



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ingeniería

Carrera de Ingeniería en Sistemas

**“AUTOMATIZACIÓN DE LA GENERACIÓN DE MATERIAL  
EDUCATIVO DIGITAL COMO SOPORTE A LOS PROCESOS DE  
ENSEÑANZA -APRENDIZAJE CONSIDERANDO ASPECTOS DE  
ACCESIBILIDAD”**

Trabajo de Titulación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniero en Sistemas

**Autor:**

Boris Fabricio Cabrera Medina

CI: 0104250782

boro101094@gmail.com

**Director:**

Miguel Ángel Zúñiga Prieto

CI: 0102498052

**Cuenca, Ecuador**

12 de Febrero del 2020



## RESUMEN

Los Objetos de Aprendizaje son una colección de contenidos multimedia (p.ej., imágenes, videos, texto) que ayudan al docente a presentar su material educativo de una manera única para sus estudiantes. Hacen del aprendizaje un proceso mas didáctico, ya que permite no solo al docente crear diferentes actividades donde los estudiantes tendrán una mayor participación sino que los estudiantes aprovecharán todas las ventajas que ofrece el aprendizaje en línea. Los Objetos de Aprendizaje permiten que el estudiante tenga acceso al contenido de un curso en cualquier momento y desde cualquier lugar donde cuente con una conexión a internet. Sin embargo, a pesar de las ventajas que ofrece la web, existe una limitada inclusión para personas con discapacidades (visual, auditiva, cognitiva, etc). Personas con discapacidad tienen dificultades para navegar en la web, ya que las páginas web disponibles no cuentan o no fueron diseñadas con características de accesibilidad lo cual hace que la experiencia de utilizar la web se vuelva frustrante y tediosa. Por ejemplo estudiantes con discapacidad visual tienen problemas con contenidos en colores muy claros, con textos muy pequeños, con vídeos sin subtítulos, etc. Entre las razones para esta falencia en el diseño o construcción está la falta de conocimientos tecnológicos de los docentes, quienes generan el material educativo sin considerar las necesidades especiales de estudiantes con algún tipo de discapacidad, haciendo que el aprendizaje se complique para dichos estudiantes.

Este trabajo de tesis propone una solución tecnológica para apoyar a los docentes durante la construcción de OA accesibles para estudiantes con discapacidades visuales.



Esta propuesta se basa en un enfoque de Desarrollo Dirigido por Modelo (MDD) para superar la heterogeneidad en las herramientas tecnológicas que los maestros requieren para construir OA accesibles. Permitiendo a los docentes, apoyarse en diferentes actividades del proceso de construcción de OA, teniendo en cuenta aspectos de accesibilidad a través de i) Un lenguaje específico de dominio (DSL) y su correspondiente editor gráfico que admita el diseño de OA; facilitando no solo el diseño instruccional de los cursos sino también la especificación de los requisitos de accesibilidad de los estudiantes con discapacidades. ii) Un motor de generación de OA que toma como entrada la información descrita durante el diseño y crea automáticamente las páginas web de OA accesibles; Como resultado final se obtendrá el OA accesible empaquetado en formato SCORM, para posteriormente desplegarlo en las diferentes plataformas de aprendizaje virtual (Sistema de Gestión de Aprendizaje - SGA).

**Palabras clave: MDA, SCORM, Objeto de Aprendizaje, Accesibilidad, SGA, Metamodelo**



## **ABSTRACT**

The Learning Objects are a collection of multi-media content such as: images, videos, text, etc., that helps the teacher to present their educational material in a unique way for their students, making learning a more didactic process, since it allows the teacher create different activities where students will have a greater participation, making this an advantage of the Learning Objects in addition the student will always have the content available from any place where they have an internet connection, that is why this thesis purpose is to include people with disabilities so they can take advantage of online learning, normally a teacher generates the educational material without considering the special needs of students with some type of disability, making learning Complicated for these students, either by very light colors, texts very small, videos without subtitles, etc. Nowadays with the advantages that the web offers us, we could realize that there is no inclusion for people with disabilities (visual, auditory, cognitive, etc.), these people have difficulties to surf the web, since the available web pages they do not count or were not designed so that people with disabilities can use them and take advantage of them in an optimal way, which makes the experience of using the web frustrating and tedious. This document proposes a technological solution (hereinafter a solution) to support teachers during the construction of accessible LO for students with disabilities. This proposal is based on a Model-Driven Development (MDD) approach to overcome heterogeneity in the technological tools that teachers require to build accessible LO. Allowing teachers to rely on different activities of the LO construction process, taking into account



aspects of accessibility through i) A domain-specific language (DSL) and its corresponding graphic editor that supports the design of LO; facilitating not only the instructional design of the courses but also the specification of the accessibility requirements of students with disabilities. ii) An LO generation engine that takes as input the information described during the design and automatically creates the accessible LO web pages; As a final result, the accessible LO packaged in SCORM format will be obtained, and then deployed in the different virtual learning platforms (Learning Management System - LMS)

**Keywords: MDA, SCORM, Learning Object, Accessibility, LMS, Metamodel**



# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
1.1. Antecedentes y Motivación.....	10
1.2. Planteamiento del Problema .....	11
1.3. Objetivos .....	12
1.4. Estructura del Documento .....	13
<b>II. MARCO TEÓRICO Y TRABAJOS RELACIONADOS</b>	<b>15</b>
2.1. Discapacidad .....	15
2.1.1. Discapacidad Visual.....	16
2.1.2. Incidencia de la Discapacidad Visual.....	16
2.1.3. Accesibilidad para Personas con Discapacidades Visual.....	18
2.2. Accesibilidad en la Web.....	24
2.2.1. Estándares de Accesibilidad del W3C .....	25
2.2.2. Pautas de Accesibilidad al Contenido Web.....	25
2.3. Material Educativo Digital.....	26
2.3.1. Curso Abierto Masivo En Línea - MOOC.....	28
2.3.2. Objetos de Aprendizaje (OA) .....	29
2.3.3. Sistema de Gestión de Aprendizaje - SGA.....	32
2.4. Herramientas para el Diseño y Construcción de OA.....	34
2.4.1. Editor de Recursos Educativos Interactivos eXeLearning.....	34
2.4.2. SCORM.....	37
2.5. Desarrollo de Software Dirigido por Modelos.....	37
2.5.1. Transformaciones de Modelos .....	37
2.5.2. Herramientas de Desarrollo que Soportan el Enfoque MDA . .	38
2.6. Trabajos Relacionados	40
<b>III. GENERACIÓN DE MATERIAL EDUCATIVO DIGITAL ACCESIBLE</b>	<b>47</b>
3.1. Lenguaje de diseño de OA accesibles.....	47
3.1.1. Necesidades de Accesibilidad del Usuario: Elementos de mo- delado .....	48



3.2. Aproximación Tecnológica como Soporte a los Procesos de Enseñanza	
Aprendizaje Considerando Aspectos de Accesibilidad .....	53
3.2.1. Vista General de la Aproximación Tecnológica.....	53
3.2.2. Soporte a la Actividad de Análisis de Necesidades .....	54
3.2.3. Soporte a la Actividad de de Diseño .....	57
3.2.4. Soporte a las Fase de Análisis y Diseño de la Creación de OA .	59
3.2.5. Editor Gráfico para el Análisis y Diseño de OA Accesibles . . .	61
3.2.6. Análisis del Formato SCORM.....	70
3.2.7. Motor de Transformación .....	75
<b>IV. RESULTADO OBJETO DE APRENDIZAJE ACCESIBLE</b>	<b>84</b>
4.1. Aplicación de la Infraestructura Software para la Creación de OA.....	84
4.1.1. OA sin Accesibilidad.....	84
4.1.2. OA con Accesibilidad para Campo de Visión .....	85
4.1.3. OA con Accesibilidad para Agudeza Visual.....	87
4.1.4. OA con Accesibilidad para Visión del Color, Sensibilidad a la Luz y Sensibilidad al Contraste .....	89
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>92</b>
5.1. Conclusiones .....	92
5.2. Limitaciones.....	93
5.3. Trabajos Futuros.....	94
<b>ANEXOS</b>	<b>96</b>
<b>A. Extractos de la Transformación Modelo a Texto</b>	<b>97</b>
<b>B. Artículo Aceptado en ICAT 2019</b>	<b>100</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>105</b>



# Índice de tablas

2.1. Análisis de las necesidades del OA.....	31
3.1. Análisis de las necesidades del OA, incluido requerimientos de accesibilidad .....	55
3.2. Estructura interna del Objeto de Aprendizaje y los I-devices a utilizarse.[30]	58



## Índice de figuras

2.1. Porcentajes de población para cada tipo de discapacidad en el Ecuador[38].	17
2.2. Ejemplo de pérdida de campo central.....	20
2.3. Ejemplo de pérdida de campo periférico. ....	21
2.4. Ejemplo de pérdida de campo .....	22
2.5. Percepción total del color(izquierda), daltonismo de color rojo y verde (derecha). ....	23
2.6. Daltonismo de color azul y amarillo (izquierda), percepción nula del color (derecha). ....	23
2.7. Conceptos básicos de accesibilidad web que emergen del análisis de 50 definiciones [39].....	25
2.8. Fases de DICREVOA [30] .....	30
2.9. Relación SGA, MOOC y OA.....	33
2.10. Estructura de las páginas en forma de árbol. ....	35
2.11. Paleta de iDevices en eXelearning. ....	36
2.12. Ejemplo del Editor gráfico de EcoreTools.....	39
2.13. Modelo de Acceleo Eclipse[18] .....	40
2.14. Arquitectura de tres capas para la extensión [42].....	41
2.15. Ejemplo de formatos alternativos para el contenido de un mismo curso [42] . . . . .	42
2.16. Fases de la metodología [41].....	43
2.17. Marco propuesto para el aprendizaje adaptativo para MOOCs [3] .....	44
2.18. Proceso de desarrollo para un OA personalizable [47].....	46
3.1. Metamodelo Fase de Análisis de Necesidades.....	56
3.2. Metamodelo Fase de Diseño .....	57
3.3. Metamodelo OAs accesibles .....	60
3.4. Inicio editor gráfico .....	61
3.5. Fase de análisis.....	62
3.6. Editor gráfico, elección de discapacidad .....	63
3.7. Fase de Diseño .....	64
3.8. Estructuración de módulos o temas para el OA.....	65
3.9. Estructuración de un módulo .....	66
3.10. Estructuración de Contenido .....	67

5



## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Boris Fabricio Cabrera Medina, autor del trabajo de titulación “AUTOMATIZACIÓN DE LA GENERACIÓN DE MATERIAL EDUCATIVO DIGITAL COMO SOPORTE A LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE CONSIDERANDO ASPECTOS DE ACCESIBILIDAD”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 12 de Febrero del 2020

---

Boris Fabricio Cabrera Medina

C.I: 0104250782



## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Boris Fabricio Cabrera Medina en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “AUTOMATIZACIÓN DE LA GENERACIÓN DE MATERIAL EDUCATIVO DIGITAL COMO SOPORTE A LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE CONSIDERANDO ASPECTOS DE ACCESIBILIDAD”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 12 de Febrero del 2020

---

Boris Fabricio Cabrera Medina

C.I: 0104250782



## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo de titulación a mis padres Jorge y Rosa, las personas mas importantes en mi vida, que a pesar de todas las dificultades que se presentaron en el camino, supieron alentarme y brindarme siempre su apoyo incondicional. También a mis hermanos María Augusta, Omar y Alex por la preocupación, aliento y confianza que supieron depositar en mí para seguir adelante.*



## **AGRADECIMIENTO**

La elaboración de este trabajo de titulación no ha un esfuerzo individual. Varias personas han estado ligadas a este trabajo, las mismas que han contribuido de manera importante en la culminación del mismo. A todos ellos quiero expresarles mis más sinceros agradecimientos.

Primero a mi familia, por brindarme el apoyo incondicional y sobre todo la paciencia a lo largo de la carrera y en la realización de este proyecto.

A mi director el ingeniero Miguel Ángel Zúñiga y al ingeniero Marlon Ulloa, por ayudarme con críticas constructivas, soluciones a los problemas que se presentaron y sobre todo por la motivación y apoyo entregado en la elaboración de este trabajo.

Finalmente, a cada uno de los profesores, quienes supieron transmitir sus amplios conocimientos y experiencias a través de las aulas universitarias, que de seguro serán herramientas muy útiles en el ámbito profesional.



# Capítulo I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes y Motivación

Incluir y facilitar la mayor participación de grupos marginados dentro de la sociedad se ha convertido en una piedra angular de la política social. Más recientemente, las personas con discapacidad se han incluido en este enfoque, esto quiere decir que dentro de este trabajo de titulación se centra en presentar una herramienta de software donde el docente podrá crear material educativo para todos sus estudiantes sin importar que necesidades que requieran. Este enfoque ha tendido a centrarse en problemas de acceso físico y algunos apoyos técnicos. Sin embargo, el acceso es multifacético y debe incluir una revisión de la educación, los métodos de como un estudiante puede adquirir el conocimiento, hoy en día con la educación online se brinda al docente un abanico de herramientas para poder crear contenido variado para sus estudiantes además, de la ventaja de poder acceder al conocimiento desde cualquier parte del mundo, rompiendo la anticuada idea de que el estudiante aprende solo dentro de un aula de clase, y por último se debe considerar las prácticas pedagógicas, la prestación de asistencia (tecnológica y personal), el compromiso del estudiante con su carga de trabajo y los procedimientos

de evaluación: lograr niveles de acreditación proporcionales a la capacidad. El número de colegios y universidades que ofrecen cursos y programas de grado a través de la educación online ha estado creciendo dramáticamente [27]. Las ventajas del aprendizaje en línea tales como: i) La comunicación asincrónica (p.ej., correo electrónico) y la comunicación síncrona (p.ej., chat) le brinda al alumno la oportunidad de participar activamente en actividades de aprendizaje cooperativo y comunicarse fácilmente con otros alumnos; ii) Las herramientas de comunicación por Internet permiten la interacción entre alumnos sin que las nociones preconcebidas de discapacidad del otro participante afecten la relación[10]. La importancia de la accesibilidad en los recursos digitales es ampliamente reconocida hoy en la actualidad. El W3C WAI ha jugado un papel importante en la promoción de la importancia de la accesibilidad y el desarrollo de un marco para recursos web accesibles[26].

## **1.2. Planteamiento del Problema**

A pesar de los beneficios de la educación online, la perspectiva prometida en la era digital a menudo no se ha convertido en realidad para la mayoría de las personas con discapacidad, especialmente en el contexto educativo. Algunos estudios como [50] revela que, el 33 % de las instituciones de EEUU que ofrecieron cursos de educación a distancia no sabían si sus sitios web seguían las pautas de accesibilidad, el 28 % siguió las pautas de manera moderada y el 18 % siguió las pautas en menor medida, haciendo que las principales organizaciones para la educación a distancia revelen un alto porcentaje de páginas inaccesibles, es decir que en caso de estudiantes con discapacidades visuales, las páginas son presentadas con características que impiden a los estudiantes con discapacidad visual entender el contenido. Por ejemplo, un tamaño de letra muy peque-



ño, entre otros aspectos que pueden impedir al estudiante utilizar la página web como lo describe la W3C [1]. En este escenario, donde casi todas las universidades que ofrecen programas tradicionales han comenzado o planean ofrecer programas de educación a distancia utilizando Internet, es muy importante rediseñar los enfoques pedagógicos tradicionales integrando tecnologías de información y comunicación en los cursos[4]. En este contexto, el presente trabajo de titulación tiene como motivación brindar una solución de software en la que el docente pueda diseñar y crear material educativo digital con aspectos de accesibilidad para personas con discapacidad visual ya que se estima que aproximadamente 1.300 millones sufren de discapacidad visual a nivel mundial[40] y en el Ecuador alrededor de un 11.79 % [38]. Se propone una herramienta de software donde el docente podrá crear material educativo digital que se satisfaga estándares de accesibilidad para personas con discapacidad visual, con la ayuda de la herramienta de software el docente diseñará de manera genérica el contenido educativo, pero podrá presentar el mismo contenido adaptado a las diferentes necesidades de sus alumnos con diferentes discapacidades visuales, favoreciendo la inclusividad para todos los alumnos dentro de un aula virtual. Los docentes no son expertos en tecnología, lo que les dificulta construir OA accesible (contenido de aprendizaje sin barreras). El nivel de dificultad aumenta con la heterogeneidad de los recursos tecnológicos involucrados en la construcción de OA. Es por eso que se vio la necesidad de crear una herramienta de software que apoye a los docentes para que puedan construir OA accesibles.

### **1.3. Objetivos**

El objetivo del presente trabajo de titulación es proveer una solución informática que facilite la creación de Objetos de Aprendizaje accesibles.

Este objetivo se descompone en los siguientes objetivo específicos:

- Identificar, a través de una revisión literaria las necesidades de accesibilidad para los estudiantes con capacidades especiales.
- Escribir el estado del arte sobre la creación de OA con accesibilidad (herramientas/lenguajes).
- Crear una solución informática que den soporte a los docentes en la creación de OA con accesibilidad (lenguaje de descripción de OA con accesibilidad, editor gráfico y generador de código).
- Probar la capacidad de la herramienta informática para generar OA con accesibilidad.

## **1.4. Estructura del Documento**

En este capítulo se han presentado: Antecedentes y motivación de la investigación, planteamiento del problema, los objetivos y metas a resolver, el contexto de la investigación. El resto de la tesis se organiza en los siguientes capítulos:

- Capítulo 2. Marco Teórico y trabajos relacionados.

Este capítulo presenta los conceptos y herramientas que se utilizaron dentro de este trabajo de titulación además, el estado del arte a través de identificar los trabajos existentes para solucionar el problema identificado.

- Capítulo 3. Análisis y Desarrollo de OA Accesible.

Dentro de este capítulo se describe todo el proceso que se realizó para obtener la herramienta propuesta, desde creación del meta modelo, que necesidades se deben cumplir



para que el objeto de aprendizaje sea accesible para los estudiantes, análisis de la metodología DICREVOA para la elaboración de Objetos de aprendizaje, creación del editor gráfico y transformación del modelo a texto.

- Capítulo 4. Resultado objeto de aprendizaje accesible.

Este capítulo se muestra el resultado obtenido, se presentan el objeto de aprendizaje accesible para cada discapacidad tratada dentro de este trabajo de titulación.

- Capítulo 5. Conclusiones.

En este capítulo se presentan las contribuciones de esta tesis, así como las líneas de investigación presentes y futuras, adicionalmente las limitaciones de la solución propuesta que podrán ser cubiertas en un trabajo futuro.

- Anexo A . Extractos de la transformación modelo a texto.

Dentro de esta sección se presentan extractos de la generación del código que se implementa en los OA accesibles.

## Capítulo II

# MARCO TEÓRICO Y TRABAJOS RELACIONADOS

### 2.1. Discapacidad

La Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF)[17], define la discapacidad como un término genérico que abarca deficiencias, limitaciones de la actividad y restricciones a la participación. Se entiende por discapacidad la interacción entre las personas que padecen alguna enfermedad (p.ej., parálisis cerebral, síndrome de Down o depresión) y factores personales y ambientales (p.ej., actitudes negativas, transporte, edificios públicos inaccesibles y un apoyo social limitado)[36].

En [14], el autor divide las discapacidades en cuatro grupos: visual, auditiva, motora y cognitiva. En este trabajo de titulación nos enfocamos en la discapacidad visual, [37] señala que la discapacidad visual es la discapacidad más citada en relación con la accesibilidad web. También señala que las deficiencias visuales se citan con mayor frecuencia en la literatura porque la mayoría de los sitios web dependen en gran medida

del contenido gráfico y el texto escrito para presentar información.

### **2.1.1. Discapacidad Visual**

La Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>1</sup> define categorías de baja visión en base a niveles específicos de agudeza visual y campo de visión. En donde, la agudeza visual es la claridad o agudeza de la visión; mientras que el campo de visión es el área que una persona puede ver cuando sus ojos están fijos en una posición[1].

En muchos contextos, la baja visión solo incluye trastornos que no se corrigen con anteojos normales, lentes de contacto, medicamentos o cirugía. Una incapacidad para enfocarse en objetos cercanos al espectador, pero que se puede superar con gafas de lectura. En estos contextos, la baja visión a menudo se define como una discapacidad visual que interfiere con la capacidad de una persona para realizar las actividades diarias[1].

### **2.1.2. Incidencia de la Discapacidad Visual**

Dentro de la siguiente sección se presentan estadísticas de cuantas personas sufren de algún tipo de discapacidad visual.

#### **2.1.2.1. A Nivel Mundial**

A nivel mundial, se estima que aproximadamente 1.300 millones de personas viven con algún tipo de discapacidad a distancia o de visión cercana.

Con respecto a la visión a distancia, 188.5 millones tienen discapacidad visual leve, 217 millones tienen discapacidad visual moderada a severa y 36 millones de personas son ciegas [40]. Con respecto a la visión de cerca, 826 millones de personas viven con una

---

<sup>1</sup>Sitio web OMS: <https://www.who.int/es>

discapacidad de visión cercana [22].

El crecimiento de la población y el envejecimiento aumentarán el riesgo de que más personas adquieran discapacidad visual.

#### 2.1.2.2. En el Ecuador

Según el *Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades*, en el Ecuador existe 54.889 personas con discapacidad visual [38].

Como se puede ver en la figura 2.1 En el Ecuador la discapacidad visual ocupa un 11.79 % del porcentaje total de discapacidades en el país. Este trabajo de titulación se enfoca en la discapacidad visual a pesar de que existen discapacidades con un mayor porcentaje dentro de la población ya que como se mencionó anteriormente, Paciello[37] nota que en cuanto a la accesibilidad web las páginas web dependen en gran medida del contenido gráfico, haciendo que sea primordial buscar soluciones para las discapacidades visuales.

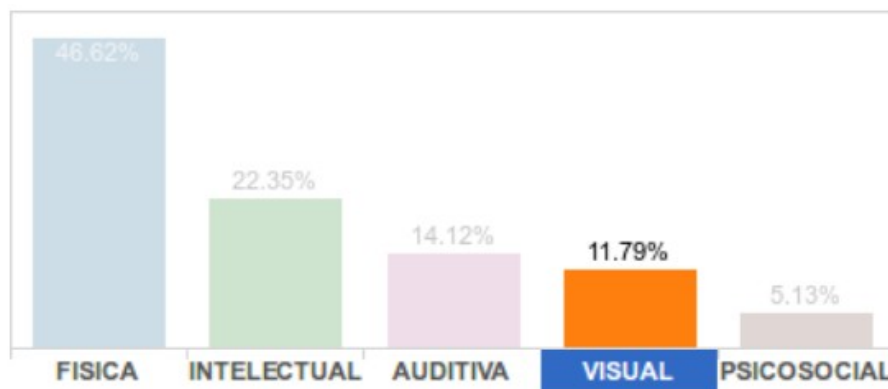


Figura 2.1: Porcentajes de población para cada tipo de discapacidad en el Ecuador[38].

### 2.1.3. Accesibilidad para Personas con Discapacidades Visual

Esta sección se basa en el estándar de la W3C[2], se presentan extractos del mismo a continuación. El World Wide Web Consortium (W3C)<sup>2</sup> introduce cinco categorías de discapacidad visual que impactan sobre la web, estas categorías no incluyen ceguera total:

- **Agudeza Visual (claridad):** La agudeza visual es la claridad o agudeza de la visión. alguna baja agudeza visual se puede corregir con anteojos, lentes de contacto o cirugía, y otros no. Por lo tanto, algunas personas tendrán una visión borrosa (baja agudeza visual) pase lo que pase.

Las páginas web o aplicaciones accesibles deberían cumplir con las siguientes características de la interfaz de usuario para favorecer la accesibilidad relacionadas con la agudeza visual (claridad):

- **Percepción:** tamaño del texto, fuente, estilo, mayúsculas y tamaño de todos los elementos.
  - **Espaciado para la lectura:** inicio, espacio entre letras, espacio entre palabras, justificación, márgenes y bordes, espacio entre elementos.
  - **Elementos de identificación:** personalización a nivel de elemento, aumento de texto proporcional.
- 
- **Sensibilidad a la luz:** Muchas personas con baja visión tienen una sensibilidad extrema a la luz (llamada fotofobia). La luz brillante hace que sea difícil o imposible de ver, y causa dolor ocular y dolores de cabeza. Para algunas personas, el brillo normal de una pantalla de computadora con un fondo claro no es legible y además, les causa dolor. Para solucionar este problema las personas requieren

---

<sup>2</sup>Sitio web W3C:<https://www.w3.org/>

cambiar el fondo a uno más oscuro.

Las páginas web o aplicaciones accesibles deberían cumplir con las siguientes características de la interfaz de usuario para favorecer la accesibilidad relacionadas con la sensibilidad a la luz:

- **Brillo y color:** brillo en general, contraste de texto, independencia del color.
- **Sensibilidad de contraste:** Capacidad de distinguir áreas brillantes y oscuras de las imágenes (p.ej., para discernir texto sobre un fondo). Una barrera de accesibilidad común para las personas con baja sensibilidad al contraste es el texto gris sobre un fondo claro. El contraste se basa en el brillo. Los colores que se ven muy diferentes (p.ej., rojo, azul, verde) pueden tener un brillo similar y no proporcionar suficiente contraste.

Las páginas web o aplicaciones accesibles deberían cumplir con las siguientes características de la interfaz de usuario para favorecer la accesibilidad relacionadas con la sensibilidad al contraste:

- **Brillo y color:** brillo en general, contraste de texto, independencia del color.
- **Campo visual:** El campo visual hace referencia al área desde donde el ojo de una persona puede recopilar información visual cuando se mira hacia adelante se conoce como campo de visión o campo visual. Las personas generalmente tienen un campo de visión de aproximadamente 180 grados de izquierda a derecha y de 150 grados hacia arriba y hacia abajo, con la visión más nítida en los 5 grados centrales y la visión del color en los 20 grados centrales. Algunas personas tienen un campo de visión más pequeño, que se llama pérdida de campo.

Los tipos de pérdida de campo visual se pueden agrupar de la siguiente manera:

- **Pérdida del campo central:** la visión se reduce o está ausente en medio de



la visión de las personas; tal como se presenta en la Figura 2.2.

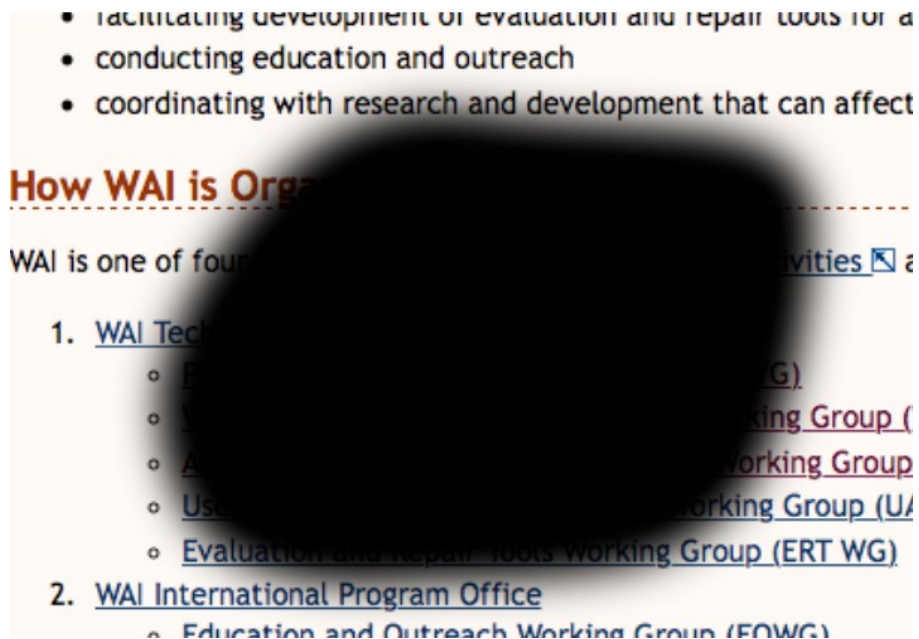


Figura 2.2: Ejemplo de pérdida de campo central

- **Pérdida de campo periférico:** la gente solo ve en la parte central de su campo visual, a veces llamada "visión de túnel". Un ejemplo se presenta en la Figura 2.3.

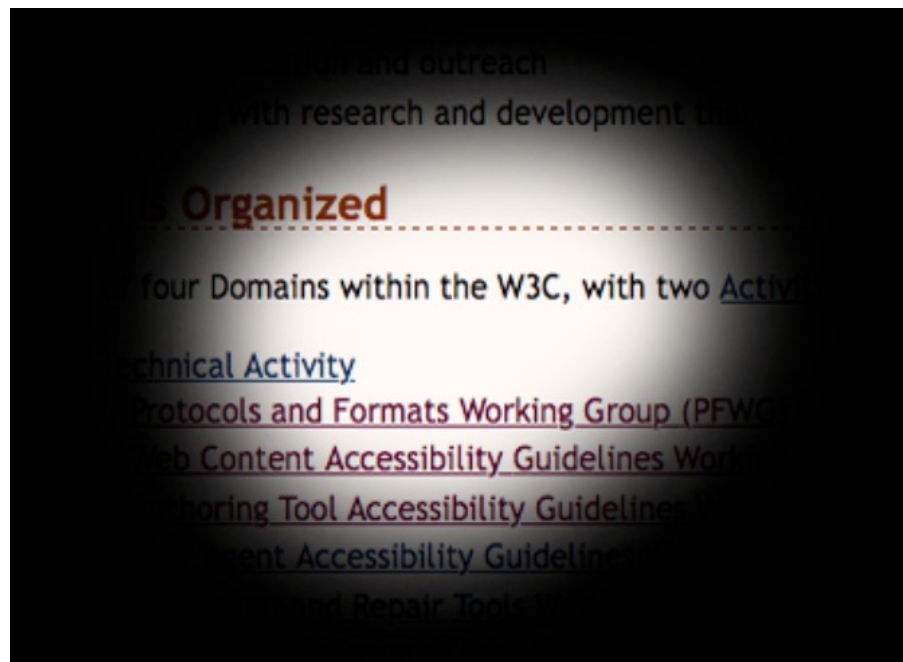


Figura 2.3: Ejemplo de pérdida de campo periférico.

- **Otra pérdida de campo:** Otros casos de pérdida de campo se dan cuando las personas han dispersado parches de visión oculta, tienen un anillo de pérdida de campo, tienen pérdida de campo en la parte izquierda o derecha de su visión u otra pérdida de campo. Un ejemplo de pérdida de otro tipo de pérdida de campo, se presenta en la Figura 2.4.

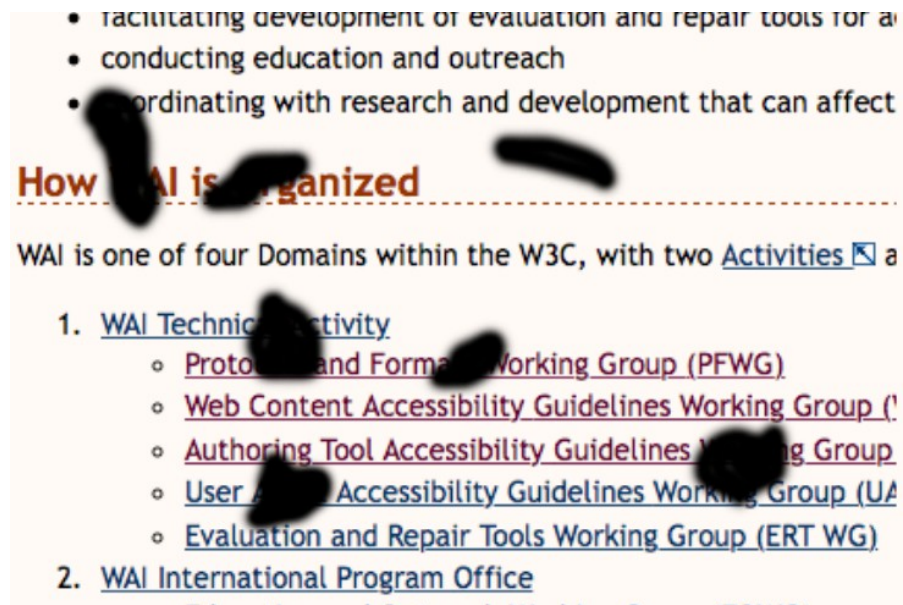


Figura 2.4: Ejemplo de pérdida de campo

Las páginas web o aplicaciones accesibles deberían cumplir con las siguientes características de la interfaz de usuario para favorecer la accesibilidad relacionadas con el campo de visión:

- **Seguimiento:** reenvío para desplazamiento en una dirección, reflujo a una sola columna, áreas de texto flexibles, longitud de línea, justificación, separación de palabras.
- **Punto de vista y proximidad:** mantenga el punto de atención, la proximidad de la información relacionada, las barras de desplazamiento.
- **La visión del color:** Algunas personas no pueden ver ciertos colores bien o en absoluto, generalmente debido a deficiencias en los receptores cónicos de sus ojos, que son responsables de la percepción del color. Esto se conoce comúnmente como "daltonismo", aunque la mayoría de las personas que son daltónicas pueden ver la mayoría de los colores. Es raro que una persona no pueda ver ningún color

en absoluto. A nivel mundial, aproximadamente 1 de cada 12 hombres (8 %) y 1 de cada 200 mujeres tienen deficiencias en la visión del color[5]. Las deficiencias de la visión del color no se clasifican como "baja visión." discapacidades en muchos contextos. Un ejemplo de percepción total del color y daltonismo de color rojo y verde, se presenta en la Figura 2.5. Además, de un ejemplo de daltonismo de colores azul y amarillo junto con un ejemplo de percepción nula del color se presentan en la Figura 2.6.

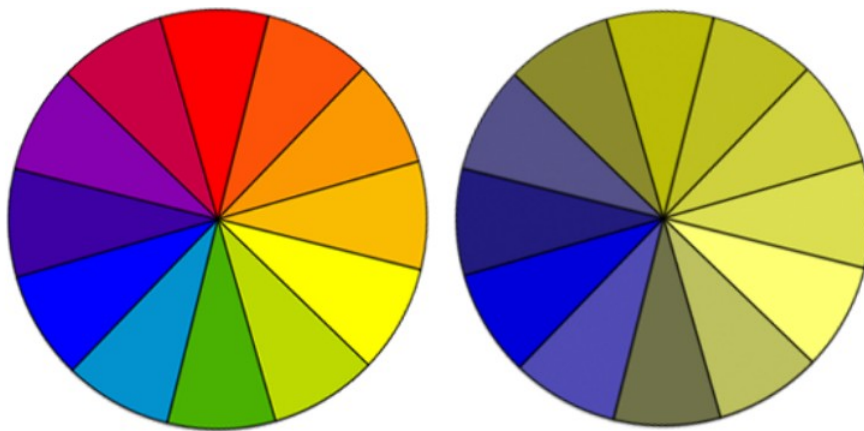


Figura 2.5: Percepción total del color(izquierda), daltonismo de color rojo y verde (derecha).

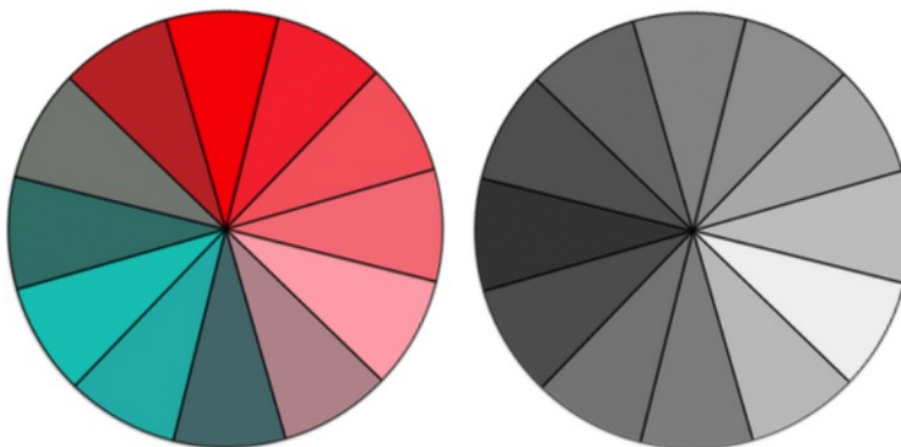


Figura 2.6: Daltonismo de color azul y amarillo (izquierda), percepción nula del color (derecha).

Las páginas web o aplicaciones accesibles deberían cumplir con las siguientes características de la interfaz de usuario para favorecer la accesibilidad relacionadas con la ceguera al color se tratan:

- **Brillo y color:** brillo en general, contraste de texto, independencia del color.

## 2.2. Accesibilidad en la Web

*"Todas las personas, particularmente las personas mayores y discapacitadas, pueden usar sitios web en una variedad de contextos de uso, incluidas las tecnologías convencionales y de asistencia; Para lograr esto, los sitios web deben ser diseñados y desarrollados para admitir la usabilidad en estos contextos"[39].*

La definición presentada anteriormente se basa en los conceptos básicos presentados en la Figura 2.7.

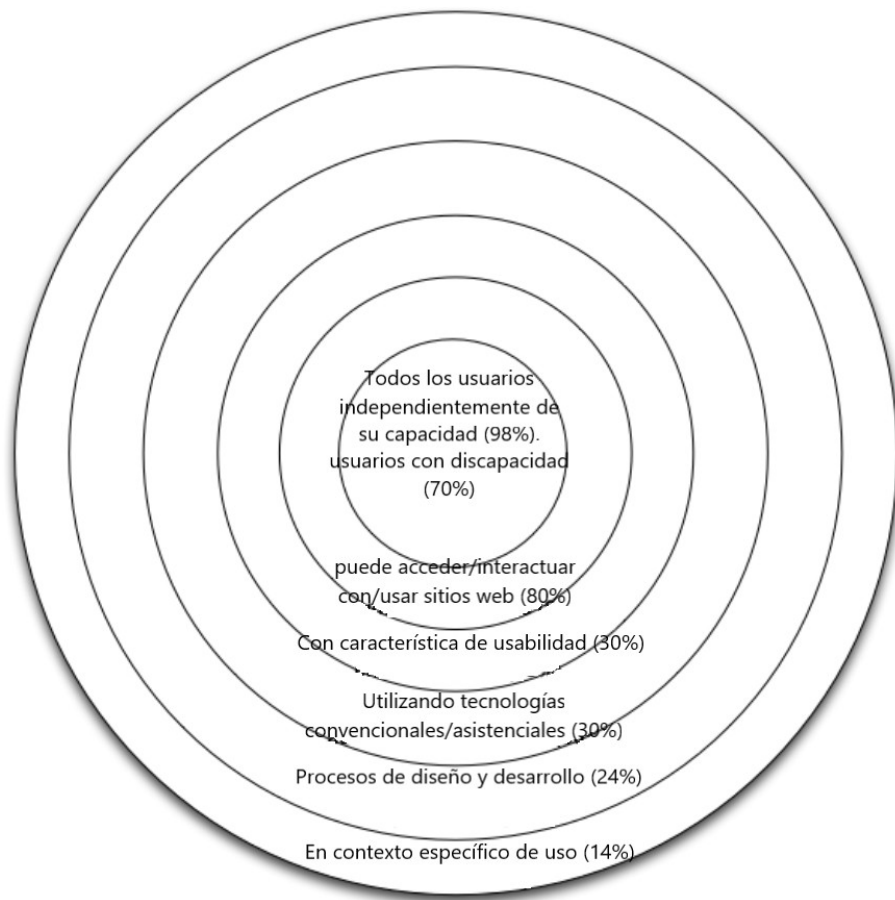


Figura 2.7: Conceptos básicos de accesibilidad web que emergen del análisis de 50 definiciones [39]

### 2.2.1. Estándares de Accesibilidad del W3C

El Consorcio World Wide Web (W3C) desarrolla estándares web internacionales: hypertext markup language (HTML), Cascading style sheets (CSS) y muchos más [49].

### 2.2.2. Pautas de Accesibilidad al Contenido Web

Estas pautas de accesibilidad vienen del WebContent Accessibility Guidelines (WCAG)[48] se desarrollan a través del proceso del W3C en cooperación con individuos y organizaciones de todo el mundo, con el objetivo de proporcionar un único estándar compartido

para la accesibilidad al contenido en la web que satisfaga las necesidades de las personas, organizaciones y gobiernos a nivel internacional. Los documentos WCAG explican las características que debería satisfacer el contenido web para que sea accesible para las personas con discapacidad. En donde, el "contenido web" generalmente se refiere a la información en una página web o aplicación web[48].

## 2.3. Material Educativo Digital

El material educativo digital, son materiales compuestos por medios digitales y producidos con el fin de facilitar el desarrollo de las actividades de aprendizaje.

El comité de estándares de tecnología de Aprendizaje (LTSC) define un Objeto de Aprendizaje como "cualquier entidad digital o no digital, lo cual pueden ser usados, reusados o referenciado durante el aprendizaje soportado por la tecnología". El LTSC provee ejemplos estos objetos, incluyendo "contenido multimedia, contenido instruccional, objetivos de aprendizaje, software instruccional y herramientas de software, personas, organizaciones o eventos que referencian durante el aprendizaje soportado por tecnología"[46].

Dentro de este trabajo de titulación nos referiremos al material educativo digital como Objetos de Aprendizaje (OA).

Como resultado de la revisión literaria se obtuvo las siguientes interpretaciones de lo que es un OA:

1. Cualquier entidad digital o no digital para el soporte del aprendizaje soportado por la tecnología.[24]
2. Cualquier recurso digital utilizado para soportar el aprendizaje.[51]
3. Cualquier recurso digital utilizado para mediar en el aprendizaje.[52]

4. Un recurso digital reutilizable dentro de una lección.[31]
5. Ejercicio práctico interactivo. [31]
6. Unidad de instrucción pequeño e independiente. [28]
7. Un componente instruccional que incluye instrucciones que enseña un objetivo de aprendizaje específico y evalúa lo logrado.[29]
8. Un objeto de contenido con un componente pedagógico.[11]
9. Objeto de conocimiento combinado y un objeto estratégico que representa un modelo mental para ser desarrollado por el aprendiz a través de elaboración incremental. [33]
10. Recurso interactivo digital que ilustra uno o mas conceptos.[12]
11. Representación visual interactivo. [8]

Basado en estas interpretaciones, un objeto de aprendizaje puede ser: (a) una instrucción u objeto de presentación (literales: 6,7 y 8); (b) un objeto de práctica (literal: 5); (c) modelo conceptual, (literales: 9, 10 y 11); (d) cualquier cosa digital (literales: 2, 3 y 4) o (e) cualquier cosa digital y no digital (literal: 1).[9]

Un Objeto de Aprendizaje (OA) permite y facilita el uso de contenido en línea. Los OA están compuestos de especificaciones y estándares aceptados internacionalmente (p.ej., ISO/IEC 9126[35], ISO/IEC 9241[7]) que los hace interoperables y reusables por diferentes aplicaciones y diversos ambientes de aprendizaje además, se pueden agregar meta datos que ayudan a describir y facilitar su búsqueda haciéndolos accesibles.

Existen Repositorios de Objetos de Aprendizajes (ROA) que están siendo creados, dichos repositorios proveen acceso a una vasta colección de recursos de aprendizaje como animaciones, vídeos, simulaciones, juegos educativos y multimedia.



OAs a veces son definidos como recursos educacionales que pueden ser empleados en el aprendizaje soportado por la tecnología. Con una descripción de meta datos apropiada, estos pueden ser unidades modulares que pueden ser ensamblados para formar lecciones y cursos. Un OA puede estar basado en texto electrónico, una simulación, sitios web, applet de java o cualquier otro recursos que puede ser utilizado en el aprendizaje[31].

### **2.3.1. Curso Abierto Masivo En Línea - MOOC**

Dentro de esta sección se tratará de definir qué es un MOOC (Masive Online Open Course), ya que no existe una definición exacta para este término, es por eso que a continuación se presentan dos definiciones que extraen las características más importantes de un MOOC.

MOOCs son “cursos en línea designados para un gran número de participantes, que pueden ser accedidos por cualquiera en cualquier lugar mientras se tenga una conexión a internet, son abiertos para cualquiera sin requisitos de entrada, y ofrecen una experiencia en línea de un curso completo de manera gratuita” [25].

Según la comisión Noruega [13] ha elegido en enfatizar las características mas comunes de un MOOC y provisiones similares. Por “Provisiones Similares” se refieren a otras formas de provisiones basadas en la Web o provisiones que combina lo basado en la Web con la educación en campus. En su reporte, el término MOOC es usada para para cursos que (i) están basados en la web, (ii) escalable respecto al número de participantes y (iii) son abiertos.

### 2.3.2. Objetos de Aprendizaje (OA)

En esta sección se extiende el concepto de OA, presentando el papel que lleva dentro del proceso de aprendizaje además, se describe la metodología elegida en este trabajo de titulación para poder crear un OA.

#### 2.3.2.1. Objetos de Aprendizaje en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje

*"Los objetos de aprendizaje pueden desempeñar un papel importante para abordar las necesidades de instrucción en línea de los estudiantes si se diseñan de manera pedagógicamente sólida, y pueden ofrecer múltiples modos para interactuar con el material. Los educadores pueden ofrecer formas estimulantes para que los estudiantes participen socialmente, cognitivamente e intelectualmente con la información y adquieran habilidades de alfabetización informacional. Esta integración de la tecnología en los cursos permite a los estudiantes crear sus propias experiencias de aprendizaje"[34].*

#### 2.3.2.2. Metodología para la Creación de OA

Para este trabajo de titulación se vio la necesidad de apoyarse en alguna metodología para poder crear y diseñar OA, ya que siguiendo una metodología asegura que el docente cumpla un proceso ya validado para crear OA. Es por eso que se seleccionó la metodología DICREVOA 2.0 (Diseño, Creación y Evaluación de Objetos de Aprendizaje)[30], debido que la metodología se basa en teorías de aprendizaje y el diseño de materiales educativos, para que los docentes puedan crear un OA de manera óptima para sus alumnos.

Dicha metodología se basa en **5 fases** que marcan el camino a seguir al momento de materializar un Objeto de Aprendizaje [30], como se presenta en la Figura 2.8.



Figura 2.8: Fases de DICREVOA [30]

A continuación, se explican las fases propuestas por DICREVOA que se basan en[30].

#### 2.3.2.2.1 Fase de Análisis

En esta fase se hace un levantamiento de información acerca de la necesidad del Objeto de Aprendizaje y los destinatarios del mismo, motivo por el cual se ve involucrado directamente el autor.

En la Tabla 2.1 se presenta una plantilla que se puede utilizar para obtener dicha información:

<b>MATRIZ DE NECESIDADES</b>	
<b>Tema del OA</b>	Identificar el tema
<b>Descripción del OA</b>	Descripción textual del contenido
<b>Nivel</b>	Identificar el nivel educativo de la población destinataria (primaria, secundaria, universitaria)
<b>Perfil del estudiante</b>	Establecer el perfil del estudiante en términos de estilos de aprendizaje, indicando si el OA favorece o está orientado sobre una o más estilos de aprendizaje en particular
<b>Tiempo estimado para recorrer el OA</b>	Tiempo en minutos que necesita el estudiante para abordar el OA completo
<b>Contexto educativo</b>	Identificar los elementos y factores que favorecen el proceso enseñanza aprendizaje de OA, por ejemplo si se utilizará en un EVEA o en una clase presencial.
<b>Tipo de licencia</b>	Establecer el tipo de licencia a utilizar en el OA
<b>Requerimientos no funcionales del OA</b>	Identificar los requerimientos técnicos de funcionamiento del OA como sistema operativo, navegador, dispositivos móviles, plugins necesarios, etc.

Tabla 2.1: Análisis de las necesidades del OA

#### 2.3.2.2.2 Fase de Diseño

En esta fase se elabora el diseño del Objeto de Aprendizaje, tanto desde la perspectiva educativa (Diseño Instruccional) como desde la perspectiva tecnológica (Diseño Multimedial).

**Diseño Instruccional:** En esta fase se debe abordar el diseño educativo del Objeto

de Aprendizaje. Dentro de esta fase también se describe la estructura interna del OA.

**Diseño Multimedial:** En esta sección se enfoca en el diseño de la interfaz, lo cual se refiere a la presentación que tendrá el OA creado, para esto se utilizan hojas de estilo (.CSS), en nuestro caso se integró todos los estilos que cuenta el editor eXeLearnig, así el docente podrá elegir dentro de una gran variedad de estilos para su material educativo.

#### **2.3.2.2.3 Fase de Implementación, Evaluación, Publicación**

Como se mencionó anteriormente DICREVOA cuenta con 3 fases más aparte de las que se describió anteriormente. En cuanto a la fase de implementación tiene que ver con las herramientas informáticas que se utiliza para la creación del OA, este aspecto se tratará más a detalle en las siguientes secciones (3.5.5, 3.5.6, 3.5.7) del documento, donde se describirán que herramientas informáticas se utilizarán y como funcionará todo el producto final de este trabajo de titulación.

En la fase de evaluación se trata de incentivar a los docentes y estudiantes a evaluar al OA por su calidad de contenido y presentación. La idea es motivar a docentes a tener nuevas innovaciones en el diseño y creación de OA, en este trabajo todos los aspectos de accesibilidad que contará el producto final está basado y respaldado por la documentación de la W3C[2].

Como paso final tenemos la fase de publicación, dentro de esta fase se recomienda que luego de elaborar un Objeto de Aprendizaje se lo debe publicar y ponerlo a disposición de los estudiantes por medio de un Repositorio de Objetos de Aprendizaje.

#### **2.3.3. Sistema de Gestión de Aprendizaje - SGA**

Un Sistema de Gestión de Aprendizaje o en inglés Learning Managment System (LMS) es un sistema de información que facilita el e-learning.(se utiliza el término gené-

rico e-learning para referirse al aprendizaje soportado por IT (Information Technology) en lugar de términos similares como aprendizaje en línea, aprendizaje basado en la web, aprendizaje distribuido y aprendizaje mediado por la tecnología). Los LMSs procesan, almacenan y dispersan material educativo y apoya la administración y la comunicación asociada con la enseñanza y el aprendizaje. Los términos ambiente de aprendizaje virtual (VLE- Virtual Learning Enviroment) y ambientes e-learning son comúnmente utilizados para describir este tipo de sistema de información. LMSs son implementados usualmente en gran escala dentro de toda la universidad, facultad, o escuela, y luego son adoptados por profesores que los utilizan de forma variada para administrar el curso y el aprendizaje de los estudiantes[16].

La Figura 2.9, muestra como se encuentran relacionados las herramientas SGA, MOOC y OA. Donde se puede ver que el SGA es una plataforma que alberga uno o varios MOOCs, dichos MOOCs son los cursos que ofrecen los diferentes institutos educativos, donde el estudiante podrá ingresar y registrarse, los cursos estarán compuestos por uno o varios OA, que tendrán todo el contenido del curso como: actividades, vídeos, imágenes, textos y evaluaciones.

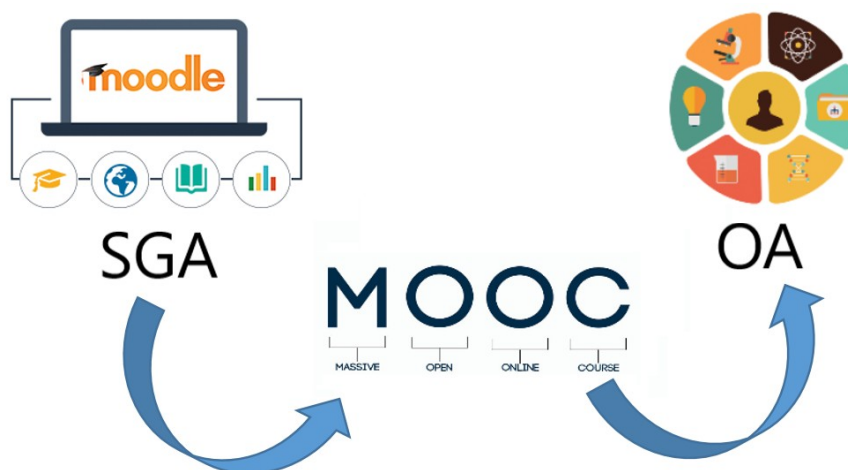


Figura 2.9: Relación SGA, MOOC y OA

## **2.4. Herramientas para el Diseño y Construcción de OA**

En esta sección se describen herramientas que soportan actividades para la creación, diseño y despliegue de un OA, para que puedan funcionar dentro de un LMS y los estudiantes puedan consumir el material educativo.

### **2.4.1. Editor de Recursos Educativos Interactivos eXeLearning**

El editor e-Learning XHTML (eXe) es un programa de Autor para el desarrollo de contenidos[32].

Esta herramienta está especialmente indicada para profesionales de la educación (profesores y diseñadores instruccionales), dedicada al desarrollo y publicación de materiales de enseñanza y aprendizaje a través de la web.

Al ser una herramienta de autor evita al usuario que quiere crear contenidos basados en la web el tener que tener conocimientos previos de los lenguajes de programación necesarios para desarrollar contenidos en Internet (p.ej., html, XML, javascript, ajax)[15].

Esta herramienta es bastante útil para los docentes ya que así no dependerán de diseñadores o programadores para poder realizar su contenido y presentarlo a sus alumnos, es por eso que se eligió el editor eXelearning como un punto de partida para la creación de objetos de aprendizaje.

Dentro de este trabajo de titulación se generan cursos compatibles con eXelearning, incluyendo además, características de accesibilidad ofreciendo las mismas ventajas, permitiendo al docente mas flexibilidad para la creación de su material educativo. Para esto se llevó acabo un análisis de como la herramienta crea sus Objetos de Aprendizaje y cual es el resultado final, como resultado del análisis se obtuvo la estructura de archivos del paquete SCORM que se genera, y el código fuente de los diferentes iDevices.

#### 2.4.1.1. Creación de OA con eXelearning

El proceso de creación de OA dentro de eXelearning es simple y directo, el docente sera presentado con dos paletas, la una se presenta en manera de árbol donde el docente podrá crear su material con varias paginas y subpáginas como se observa en la Figura 2.10:

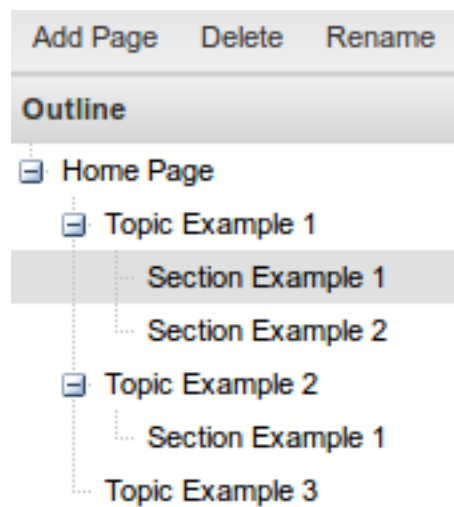


Figura 2.10: Estructura de las páginas en forma de árbol.

Como se puede ver en la Figura 2.10 el docente tendrá total control de como elaborar su material además, de ser un proceso bastante sencillo y rápido. Adicionalmente eXelearning ofrece una segunda paleta donde el docente podar elegir dentro de cuatro categorías (Actividades Interactivas, Actividades no Interactivas, Información no textual, Información textual) una variedad de iDevices, como se ilustra en la Figura 2.11.



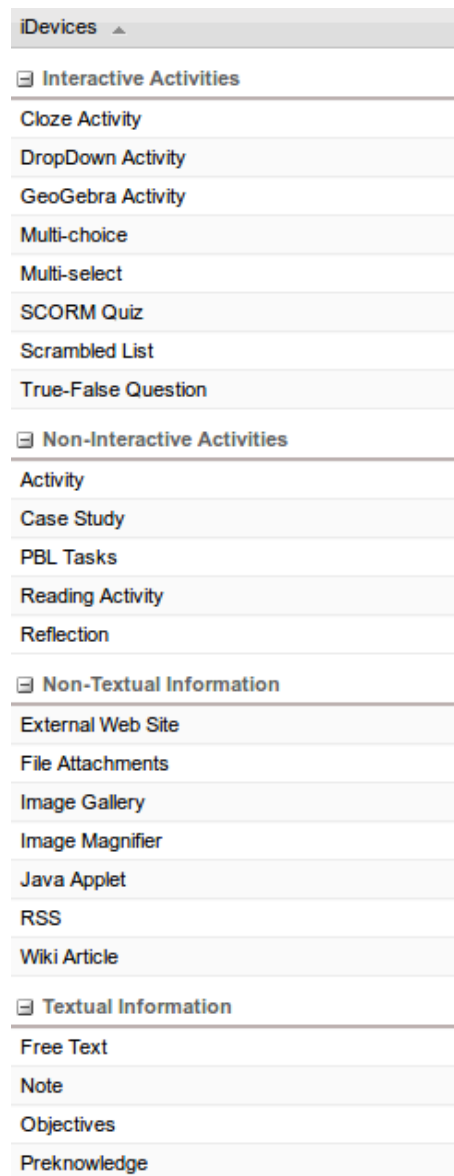


Figura 2.11: Paleta de iDevices en eXelearning.

Los iDevices son los elementos o módulos con los se construye la unidad de aprendizaje, de hecho una vez finalizada el contenido se observará que no es mas que un conjunto de iDevices. Estos módulos permitirán añadir contenidos teóricos, prácticos, multimedia u otros, con los que el alumno se basará para alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados[15].

### **2.4.2. SCORM**

El Modelo de Referencia para Objetos de Contenido Compartible (SCORM por sus siglas en inglés)[43]. Define una forma específica de construir SGA para que funcionen bien con otros sistemas conformes con SCORM.

## **2.5. Desarrollo de Software Dirigido por Modelos**

La iniciativa Arquitectura de Software Dirigida por Modelos (Model-Driven Architecture – MDA) fue propuesta por el Object Management Group (OMG) [6]. El objetivo de MDA es solventar el problema de heterogeneidad de tecnologías e integración en los procesos de desarrollo de software. Por ejemplo, en el contexto de este trabajo de titulación podría aplicarse para hacer frente a la heterogeneidad en el desarrollo y publicación de materiales de enseñanza y aprendizaje a través de la web. La idea principal es utilizar modelos de tal manera que los contenidos de los curso estén descritos en modelos abstractos que describan los sistemas, de tal manera que no se vean afectados por cambios tecnológicos[53]. Model-Driven Development (MDD) es un enfoque de ingeniería de software que se enfoca en la creación y explotación de modelos de dominio como artefactos importantes del proceso de desarrollo, donde la información descrita en los modelos (p.ej., diseño de instrucción) puede usarse para generar diferentes versiones de código fuente (p.ej., web páginas).

### **2.5.1. Transformaciones de Modelos**

Transformación de modelos es el proceso de conversión de un modelo a otro modelo del mismo sistema [6], pudiendo este modelo destino estar ya sea al mismo nivel de abstracción del modelo fuente u a otro nivel; pudiendo incluso generar código fuente

conforme a un lenguaje de implementación de OA específicos.

Una transformación, una definición de transformación y sus reglas de transformación pueden definirse de la siguiente manera[23]:

- Una transformación es la generación automática de un modelo destino desde un modelo de fuente, según una definición de transformación.
- Una definición de transformación es un conjunto de reglas de transformación que juntas describen cómo un modelo origen puede ser transformado en un modelo destino.
- Una regla de transformación es una descripción de cómo una o más constructores en el lenguaje origen pueden ser transformados en uno o más constructores de un lenguaje destino.

### **2.5.2. Herramientas de Desarrollo que Soportan el Enfoque MDA**

Existen varias herramientas que soportan MDA, dichas herramientas son utilizadas para desarrollar, interpretar, comparar, alinear, medir, verificar, transformar, modelos o metamodelos.

#### **2.5.2.1. EcoreTools:**

Herramienta que permite la creación y edición para el metamodelo a crear, a través de un editor gráfico, la Figura 2.12 muestra un ejemplo de editor gráfico realizado con EcoreTools.

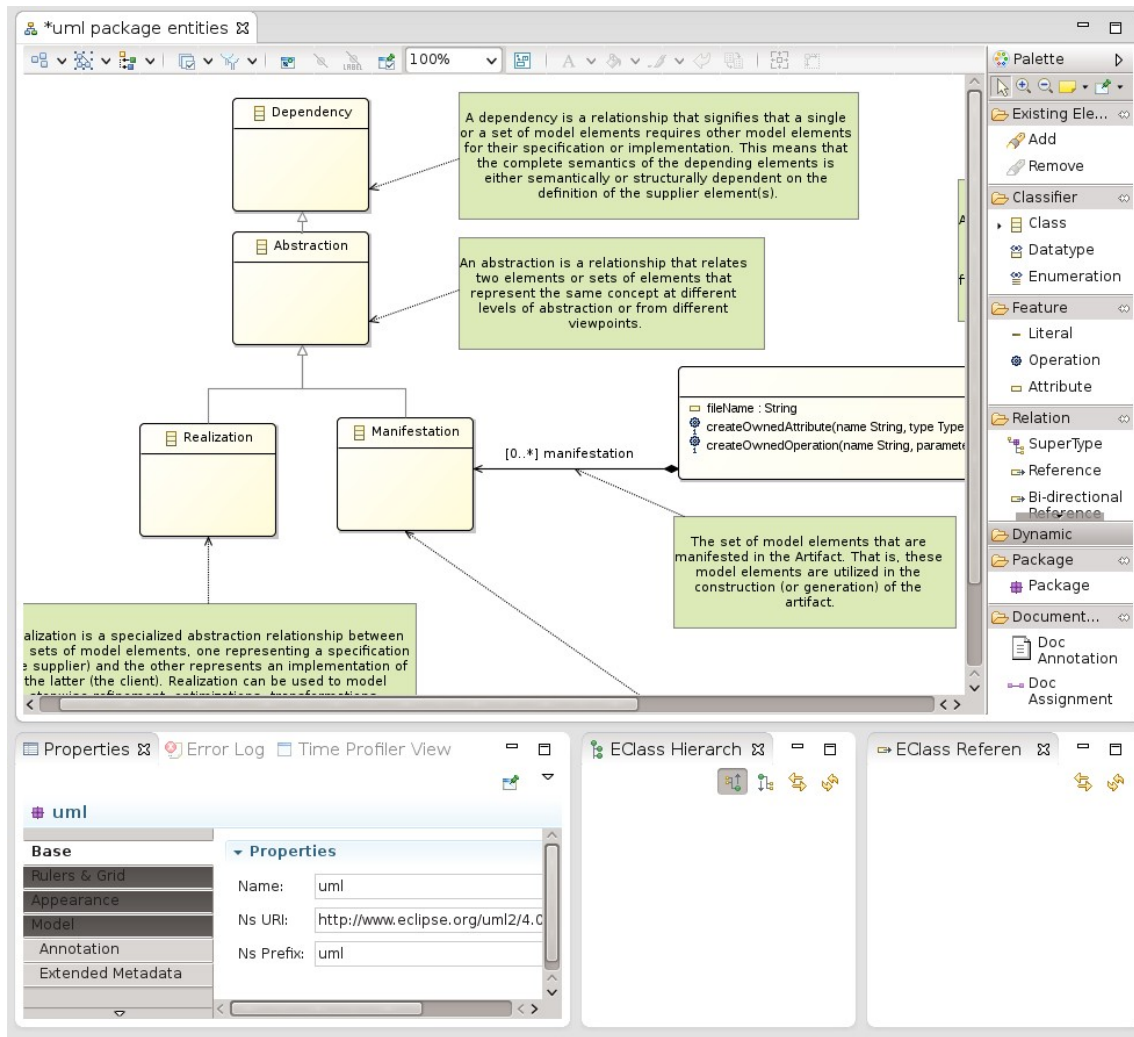


Figura 2.12: Ejemplo del Editor gráfico de EcoreTools

### 2.5.2.2. Sirius:

Sirius[21] es un proyecto de Eclipse que le permite crear fácilmente editores gráficos aprovechando las tecnologías de modelado de Eclipse, incluidos EMF y GMF. Sirius ha sido creado por Obeo y Thales para proporcionar un banco de trabajo genérico para la ingeniería de arquitectura basada en modelos que podría adaptarse fácilmente para satisfacer necesidades específicas [19].

### 2.5.2.3. Acceleo:

Acceleo[20] es una tecnología basada en plantillas que incluye herramientas de autoría para crear generadores de código personalizados. Le permite producir automáticamente cualquier tipo de código fuente a partir de cualquier fuente de datos disponible en formato EMF (p.ej., un modelo que describe los contenidos de un MOOC).

Ofrece ventajas sobresalientes:

- alta capacidad de personalizar,
- interoperabilidad,
- inicio fácil.

La Figura 2.13 muestra el modelo que maneja Acceleo para realizar la transformación.

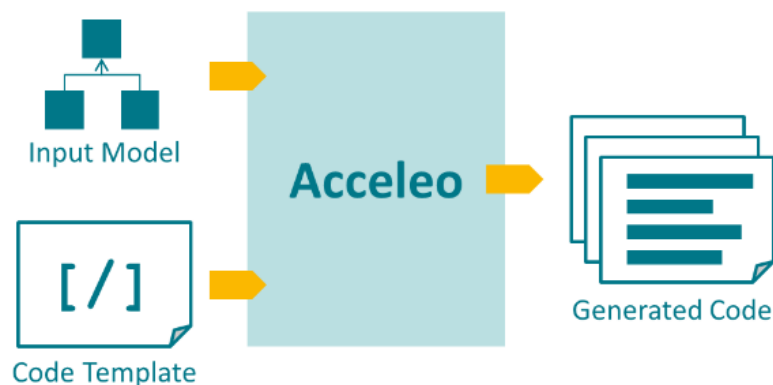


Figura 2.13: Modelo de Acceleo Eclipse[18]

## 2.6. Trabajos Relacionados

Para el estudio de accesibilidad para materiales educativos OA existen varios enfoques que se tuvieron en cuenta, tales como: i) Propuestas basadas en la creación de perfiles de usuarios, ii) Plataformas accesibles utilizando el estándar WCAG 2.0, iii)

Frameworks que se adaptan a las necesidades de los alumnos y iv) Arquitecturas de OA, donde el docente puede adaptar o cambiar los contenidos mientras se esta en uso. Los autores de *Adaptive Content Presentation Extension for Open edX* [42], proponen satisfacer las necesidades de accesibilidad de los usuarios de MOOC con un enfoque basado en la creación de perfiles de usuarios y el uso de cuestionarios que combinen adaptaciones explícitas invocadas por el usuario con adaptaciones automáticas. En la Figura 2.14 se presenta la arquitectura de tres capas, donde se tiene una capa de persistencia al nivel mas bajo donde se cuenta con tres bases de datos i) Perfiles de usuario (User Profiles), ii) Reglas de adaptación (Adaption Rules) y iii) Contenidos de los cursos (Course Contents), una capa lógica en el nivel intermedio donde se encuentra el motor adaptativo para los perfiles de usuario y la capa de presentación en el nivel más alto donde se presentará el contenido a los estudiantes.

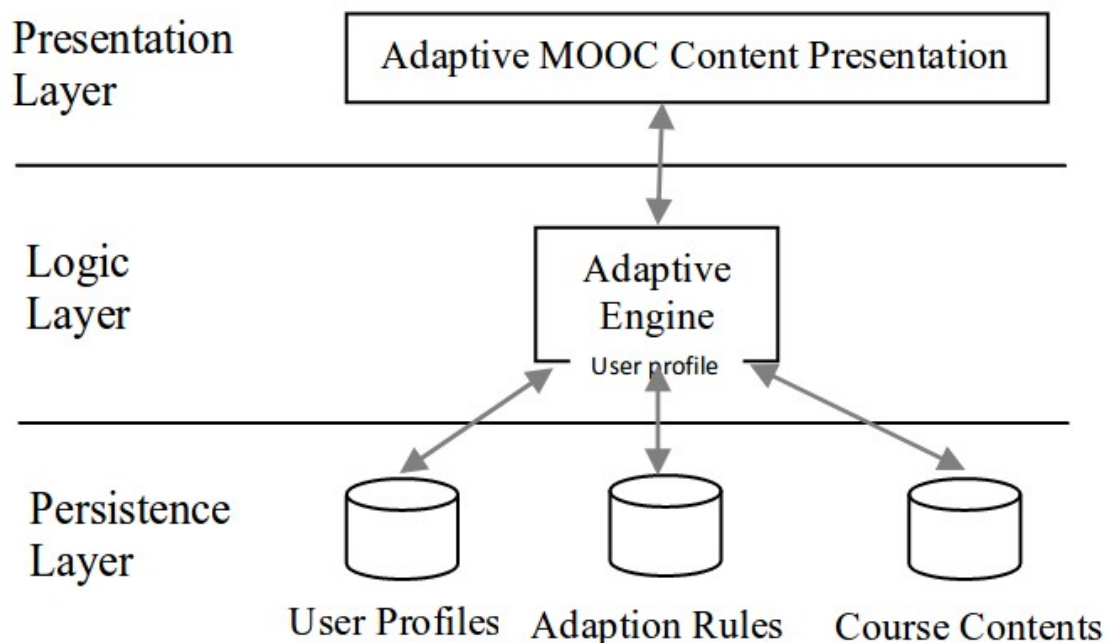


Figura 2.14: Arquitectura de tres capas para la extensión [42]

Donde la base de datos de contenidos de cursos, debe tener diferentes presentaciones

para cada uno de las configuraciones como se presenta en la Figura 2.15:

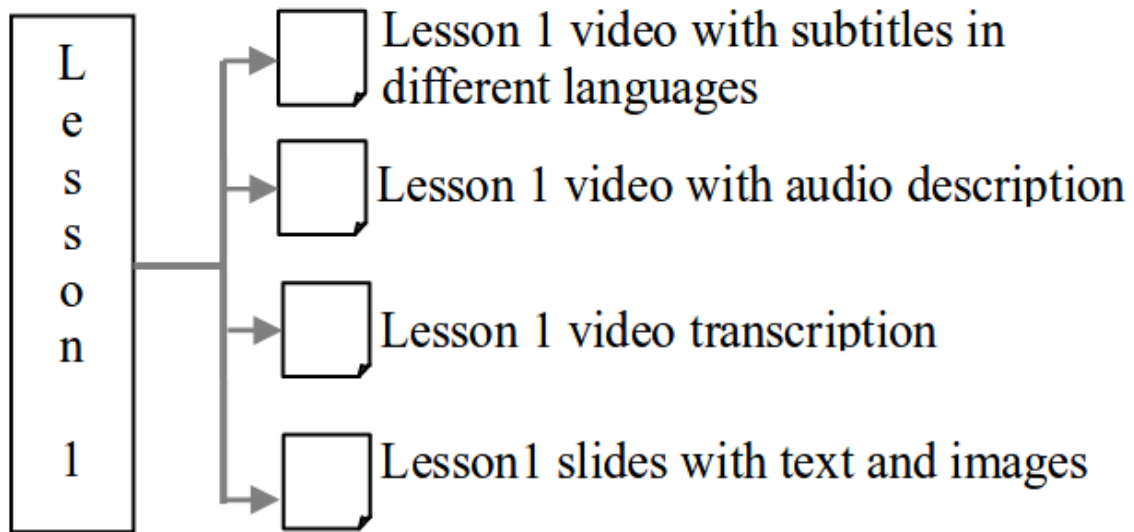


Figura 2.15: Ejemplo de formatos alternativos para el contenido de un mismo curso [42]

Lo cual lo hace muy larga la implementación además, de que el docente tendrá que crear varias veces el mismo contenido para los diferentes tipos de usuarios, haciendo esto un proceso tedioso para el docente.

En el trabajo *"Web accessibility of MOOCs for elderly students"* [41], los autores presentan una metodología que consiste en tres fases de las cuales dos se realizan en paralelo (ver Figura 2.16):

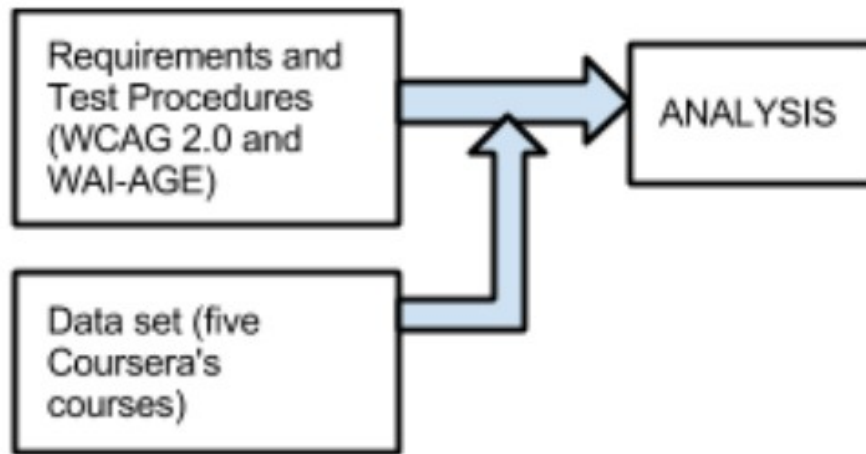


Figura 2.16: Fases de la metodología [41]

En la primera fase “Requerimientos y procedimiento de prueba” (ver elemento - requirements and Test Procedures.<sup>en</sup> Figura 2.16), se analiza y aplica el WCAG 2.0 que constan de requisitos que se deben cumplir para que la página web que se desarrolle sea accesible, ya sea de un nivel de conformidad AA o AAA siendo este el nivel más alto de conformidad.

En la siguiente fase “Datos” (ver elemento "Data set."<sup>en</sup> Figura 2.16), se definen que plataformas se van a evaluar, dentro de este análisis se incluyen 4 secciones que son comunes dentro de todas las plataformas (Anuncios, vídeos, evaluaciones y foros de discusión).

La fase Final de “Análisis” (ver elemento .<sup>Analysis</sup>.<sup>en</sup> Figura 2.16), consta de evaluar los requerimientos de accesibilidad de las plataformas web, esta fase se basa en el principio de percepción que establece: “los usuarios deben ser capaces de percibir la información que se le presenta junto con la interfaz de usuario”, esto quiere decir que la información y la interfaz no pueden ser invisibles para los sentidos[41].

Esta propuesta presentó ciertos inconvenientes, en donde los cinco cursos que se evaluaron dentro de las plataformas (EdX, Cursera y Udacity), presentaron problemas de



accesibilidad. Esto quiere decir que no cumplían con el estándar WCAG, haciendo que estos cursos no sean accesibles para personas mayores y personas con discapacidades, ya que los cursos evaluados con la metodología propuesta no cumplían con el estándar de la WCAG 2.0.

El artículo *A Proposed Framework for an Adaptive Learning of Massive Open Online Courses (MOOCs)*[3] plantea, que los sistemas tradicionales de E-learning están limitados a ofrecer sus contenidos de manera genérica para un gran grupo de estudiantes sin tomar en cuenta ningún Framework. El trabajo presentado propone un framework para generar MOOCs que se adapten a los estudiantes, como se muestran en la Figura 2.17, para que así al generar el curso este se encuentre bien estructurado y presentado para el estudiante.

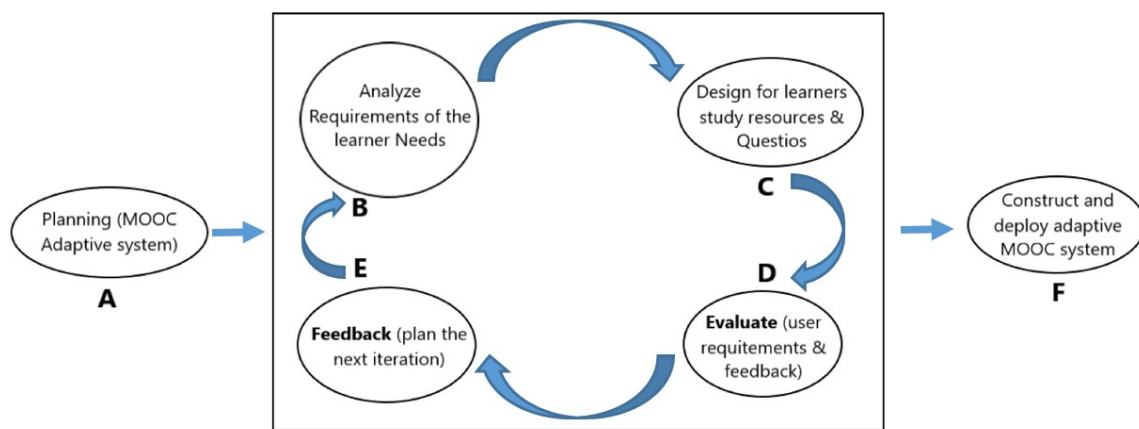


Figura 2.17: Marco propuesto para el aprendizaje adaptativo para MOOCs [3]

Se debe tener un entendimiento profundo de cuales son las necesidades, requerimientos y limitaciones para los estudiantes en este nivel del marco propuesto, para esto se debe crear cuestionarios basados en conceptos para cada nivel del proceso[3].

Para este trabajo se encuentra como limitación es el conocimiento de los docentes, ya que si no tienen un entendimiento profundo de la discapacidad de sus alumnos, no le va

a ser posible generar el material apropiado para sus alumnos.

Dentro del artículo "*Model-Driven Development in the Production of Customizable Learning Objects*"[47], los autores proponen un enfoque para el desarrollo de OA personalizables; que permite la adaptación de objetos mientras están en uso. Este enfoque se centra en la especificación de una arquitectura para OA en la que el equipo de desarrollo indica elementos personalizables (p. ej., animaciones, imágenes), ya que permiten una mayor interacción entre el usuario y el software. Estos objetos se denominan objetos de aprendizaje personalizados (Customized Learning Objects-CLO). Para alcanzar el objetivo, los autores utilizan un DSL (lenguaje específico del dominio). Este DSL, a través de un enfoque orientado a modelos, permite la creación de CLO que se almacenará en un servidor de CLO que luego el docente consumirá a través de un navegador web. En ese momento, el servidor CLO devuelve una herramienta de autoría que, a través de la información obtenida del modelo, permite cambios en los componentes específicos del CLO. Después de concluir, el docente guarda los cambios en el servidor, permitiendo que los estudiantes tengan acceso a la nueva versión del OA. Sin embargo para poder realizar esta arquitectura se va a depender de un equipo de desarrollo ya que los docentes no cuentan con los conocimientos técnicos para poder desarrollar e indicar que elementos se podrán personalizar además, que se requiere siempre de una constante retroalimentación por parte del docente y el equipo de desarrollo.

En la Figura 2.18 se presenta el proceso para desarrollar un OA personalizable:

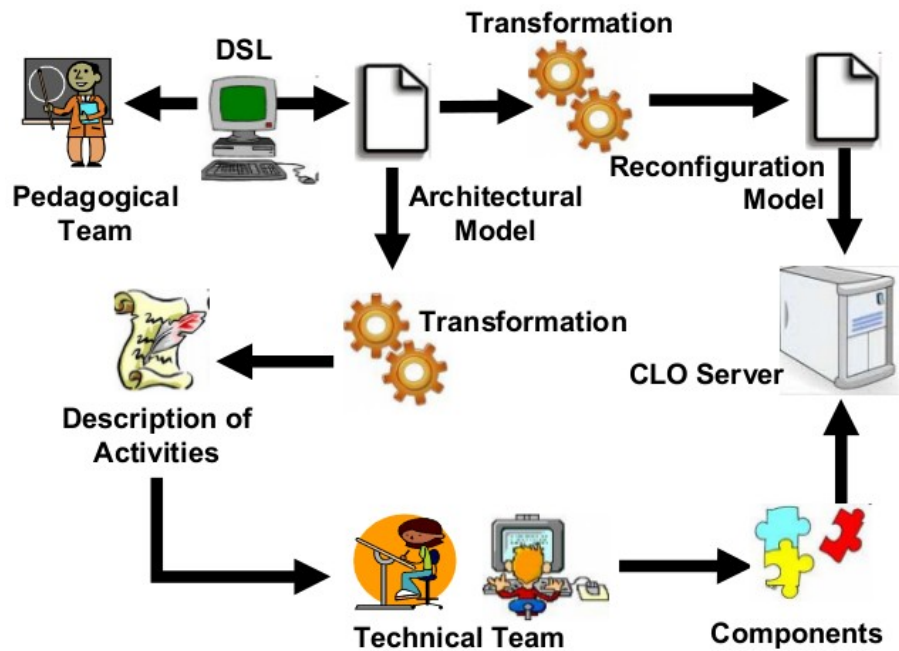


Figura 2.18: Proceso de desarrollo para un OA personalizable [47]

Como se describe en los trabajos anteriores existen varias propuestas que proponen soluciones para la creación de OA accesibles o adaptables para personas con discapacidades, adicionalmente se debe tener en cuenta que cada propuesta presentada tienen ciertas debilidades como: i) Dependencia de un equipo de desarrollo, ii) El docente debe tener un conocimiento profundo de las necesidades y requerimientos de sus alumnos, haciendo que no todos los docentes puedan diseñar contenido educativo accesible, iii) Proceso repetitivo para el docente, porque debe crear el mismo contenido para diferentes necesidades de estudiantes.

Dentro de este trabajo de titulación se propone crear una herramienta para crear OAs accesibles donde el docente, no tendrá que conocer a profundidad las necesidades especiales de los estudiantes para crear su contenido accesible, se diseñará el contenido solo una vez, y el contenido se adaptará al estudiante además, el docente podrá crear su OA de forma independiente sin depender de terceros.

## Capítulo III

# GENERACIÓN DE MATERIAL EDUCATIVO DIGITAL ACCESIBLE

### 3.1. Lenguaje de diseño de OA accesibles

En esta sección se presenta un DSL que soporte la creación sistemática de OA con accesibilidad; permitiendo no solo describir información general del curso y requerimientos de accesibilidad sino diseñarlo desde una perspectiva pedagógica y tecnológica.

La identificación de los elementos de modelado (p.ej., conceptos, relaciones entre conceptos) que utilizará este lenguaje para describir OA accesibles se fundamentan en: i) desde el punto de vista pedagógico, en la metodología DICREVOA, la cual a su vez se basa en teorías de aprendizaje y el diseño de materiales educativos; ii) desde el punto de vista tecnológico, en los conceptos de diseño y empaquetamiento de OA empleados por eXelearning; y iii) desde el punto de vista de accesibilidad, en las pautas de accesibilidad sugeridas por la WCAG. Los elementos relacionados a DICREVOA y eXelearning se obtendrán de las secciones 2.3.2.2 y 2.4.1.1 respectivamente. A continuación se describen los elementos de modelado que serán empleados en el DSL en lo relacionado a

pautas de accesibilidad.

### **3.1.1. Necesidades de Accesibilidad del Usuario: Elementos de modelado**

Como se mencionó en secciones anteriores, este trabajo de titulación se enfocará en las discapacidades visuales de los alumnos, por lo tanto, a continuación se describirán las necesidades de accesibilidad que deberán satisfacer los OA para que sean accesible para personas con discapacidad visual.

#### **3.1.1.1. Brillo y Color**

El brillo se relaciona con la luminancia y la luminosidad[1].

- **Claridad o luminosidad:** el usuario podrá ajustar el nivel de brillo de la pantalla.
- **Contraste del texto:** el usuario podrá definir el color de fondo y el color del texto de todo el espectro de colores.
- **Independencia del color:** (algunas personas no pueden distinguir ningún color)  
El color no es el único medio visual de transmitir información, indicar una acción, solicitar una respuesta o distinguir un elemento visual.

#### **3.1.1.2. Rastreo o Seguimiento**

El seguimiento se realiza a lo largo de líneas de texto, incluido el desplazamiento desde el final de una línea hasta el principio de la siguiente línea de texto[1].

- **Desplazamiento en una sola dirección:** bloques de texto deben ser envueltos para que se puedan desplazar en una sola dirección, por ejemplo mover de izquierda

a derecha o de derecha a izquierda, usualmente se tiene solo el desplazamiento vertical y no el horizontal.

- **Reflujo hacia una sola columna:** los usuarios pueden establecer bloques de texto en un bloque continuo, en lugar de en varias columnas. (se ofrecerán todos los iDevices en una sola columna).
- **Longitud de línea:** los usuarios pueden configurar la longitud de línea para bloques de texto. A menudo, la forma más sencilla de hacer esto (para desarrolladores, diseñadores y usuarios) es que los usuarios cambien el tamaño de las áreas de texto y que el texto se vuelva a ajustar para cambiar la longitud de la línea. (html lo hace automáticamente).
- **Separación:** los usuarios podrán activar y desactivar la separación de palabras.

### 3.1.1.3. Percepción

Percibir incluye ser capaz de reconocer letras individuales en función de sus características, lo que es legibilidad, e información no textual y elementos de la interfaz[1]:

- **Tamaño de texto:** los usuarios pueden cambiar el tamaño del letra de todo el texto, sin necesidad de ampliar toda la interface.
- **Fuente:** los usuarios pueden cambiar la fuente de todo el texto, eligiendo entre una amplia gama de fuentes, incluidas las fuentes serif y sans serif.
- **Estilo:** los usuarios pueden cambiar el estilo del texto (subrayado, cursiva, negrita) dentro de bloques de texto.
- **Letras mayúsculas:** los usuarios pueden cambiar las letras mayúsculas de bloques de texto.

- **tamaño de elementos:** el usuario puede cambiar el tamaño (aumentar o disminuir el tamaño) de los elementos.

#### 3.1.1.4. Espaciado para la Lectura

El espaciado, como el espacio entre las líneas y el espacio entre las palabras, afecta la legibilidad[1].

- **Interlineado:** el usuario puede cambiar el interlineado (espacio entre línea, alto de línea) para bloques de texto.
- **Espaciado entre letras:** el usuario puede cambiar el espaciado entre letras (espacio entre letras/caracteres) para bloques de texto.
- **Espaciado entre palabras:** el usuario puede cambiar el espaciado de palabras (espacio entre palabras) para bloques de texto.
- **Justificación:** el usuario puede cambiar la justificación/alineación (derecha, izquierda, centrado) para bloques de texto.
- **Margenes y bordes:** el usuario puede cambiar el margen (espacio en blanco) y bordes (incluyendo el color de línea, ancho, estilo) alrededor de los bloques de texto.
- **Espaciado entre elementos:** El espaciado agrupa los elementos relacionados y separa los elementos menos relacionados.

#### 3.1.1.5. Identificación de Elementos

identificación de elementos se trata de distinguir elementos como encabezados y listas[1].

- **Personalización a nivel de elemento:** el usuario debe poder personalizar el texto de manera diferente para elementos específicos, como encabezados, listas, texto de párrafo. Los usuarios deberían poder personalizar al menos:
  - Tamaño de texto.
  - Color del fondo y de texto.
  - Fuente.
  - Estilo de texto.
  - Interlineado.
  - Margenes.
  - Bordes (incluyendo color de la línea de borde, ancho y estilo).

#### 3.1.1.6. Punto de Vista y Proximidad

El punto de vista es el área donde el usuario esta viendo[1].

- **Manteniendo el punto de vista:** A veces las personas verán el contenido y deberán cambiar la pantalla para leerlo mejor, por ejemplo, agrandar el texto. Si el lugar donde están leyendo (llamado "punto de vista") cambia mucho, pierden su lugar y, especialmente con una pequeña área visible y un texto grande, puede ser muy difícil encontrar su lugar nuevamente. El punto de consideración permanece visible dentro de la ventana gráfica cuando se cambia el tamaño de la ventana gráfica, cuando el contenido se amplía o se escala, o cuando se cambia el formato del contenido.
- **Proximidad de información relacionada:** Las personas con un campo de visión limitado o que usan texto grande tienen poco en su campo de visión al mismo



tiempo. Si la información relacionada no está muy cerca, pueden tener problemas para conocerla, verla y usarla. En la mayoría de los casos, es mejor si:

- La información relacionada, como etiquetas y controles, o pruebas coincidentes en dos columnas, o retroalimentación, está muy cerca.
- La retroalimentación está muy cerca del enfoque visual del usuario.
- Los cuadros de diálogo y otros mensajes emergentes aparecen sobre el punto de vista de los usuarios.
- informa a los usuarios sobre nueva información que puede estar fuera de su vista, como una nueva pestaña del navegador que se abre en segundo plano

### 3.1.1.7. Trabajando con la Configuración del Usuario

- Viendo todos los elementos de la interfaz: Cuando las personas aumentan el tamaño del texto, aumentan el encabezado o cambian otros aspectos de visualización de texto mediante el zoom de solo texto u otras configuraciones de texto, el contenido mal diseñado puede quedar inutilizable. Por ejemplo, con las áreas de texto en las páginas web, a veces las columnas y las secciones se superponen, el espacio entre líneas desaparece, las líneas de texto se vuelven demasiado largas o el texto desaparece. **Los usuarios pueden ver todos los elementos de la interfaz que están diseñados para que los usuarios vean, incluso cuando los usuarios han cambiado la configuración de visualización, como el tamaño del texto.**
- Impresión de texto personalizado Es difícil para algunas personas leer texto en la computadora; necesitan poder imprimir texto electrónico en papel para poder leerlo. **Los usuarios pueden imprimir contenido después de personalizar cómo se muestra el texto[1].**

### **3.2. Aproximación Tecnológica como Soporte a los Procesos de Enseñanza Aprendizaje Considerando Aspectos de Accesibilidad**

En esta sección se presenta la aproximación tecnológica que da soporte a las actividades para el diseño y creación de OA accesibles utilizando la metodología DICREVOA. Se decidió utilizar DICREVOA porque es una metodología que permite crear OA siguiendo un proceso probado y validado. Para este trabajo de titulación se centró en las dos primeras fases (Análisis y Diseño) de la metodología, ya que en estas fases se analiza la estructura, el contenido y el diseño del OA.

Esta aproximación consiste en un prototipo completamente funcional de la infraestructura de software en el contexto de tesis de pre-grado; el cual es utilizado para ilustrar la aplicabilidad dentro del campo educativo.

#### **3.2.1. Vista General de la Aproximación Tecnológica**

Dentro de esta sección se presenta la infraestructura de software que ha sido concebida para la generación de OA accesibles. La infraestructura software provee:

- DSLs (Domain Specific Languages) para facilitar la documentación de las decisiones tomadas durante el análisis y diseño de OA accesibles, estos incluyen:
  - Metamodelos que definen la sintaxis abstracta, conceptos y relaciones entre conceptos del DSL.
  - Editor gráfico que define la sintaxis concreta del DSL.

- Motor de transformación que incluye:
  - Motor generador de código: Transformaciones M2T que generan los artefactos de implementación, y archivos de despliegue (.js, .html, css). Los archivos son generados conforme al tipo de discapacidad que define el docente cuando diseña el OA.

### 3.2.2. Soporte a la Actividad de Análisis de Necesidades

La infraestructura software propuesta en este trabajo de tesis brinda soporte a la actividad de Análisis de Necesidades mediante el DSL. De acuerdo a lo establecido en la sección 3.1, el DSL se basa en la metodología DICREVOA; sin embargo, ésta no considera aspectos de accesibilidad, por lo que para la definición del metamodelo se adaptó lo sugerido en la metodología DICREVOA como se muestra en la Tabla 2.1. La adaptación consistió en sustituir el *"Perfil del estudiante"* por *"Discapacidad"*, mediante el cual se especificarán los requerimientos de accesibilidad. La nueva matriz de necesidades se muestra en la Tabla 3.1:

MATRIZ DE NECESIDADES	
<b>Tema del OA</b>	Identificar el tema
<b>Descripción del OA</b>	Descripción textual del contenido
<b>Nivel</b>	Identificar el nivel educativo de la población destinataria (primaria, secundaria, universitaria)
<b>Discapacidad del estudiante</b>	<b>Establecer la discapacidad del estudiante, para que el OA se adapte a sus necesidades</b>
<b>Tiempo estimado para recorrer el OA</b>	Tiempo en minutos que necesita el estudiante para abordar el OA completo
<b>Contexto educativo</b>	Identificar los elementos y factores que favorecen el proceso enseñanza aprendizaje de OA, por ejemplo si se utilizará en un EVEA o en una clase presencial.
<b>Tipo de licencia</b>	Establecer el tipo de licencia a utilizar en el OA
<b>Requerimientos no funcionales del OA</b>	Identificar los requerimientos técnicos de funcionamiento del OA como sistema operativo, navegador, dispositivos móviles, plugins necesarios, etc.

Tabla 3.1: Análisis de las necesidades del OA, incluido requerimientos de accesibilidad

Con esta adaptación a la matriz de necesidades el docente tendrá en cuenta la discapacidad del alumno desde una fase temprana de la creación del OA. Obteniendo como resultado el metamodelo de la Figura 3.1, el cual extiende el trabajo anterior[5].

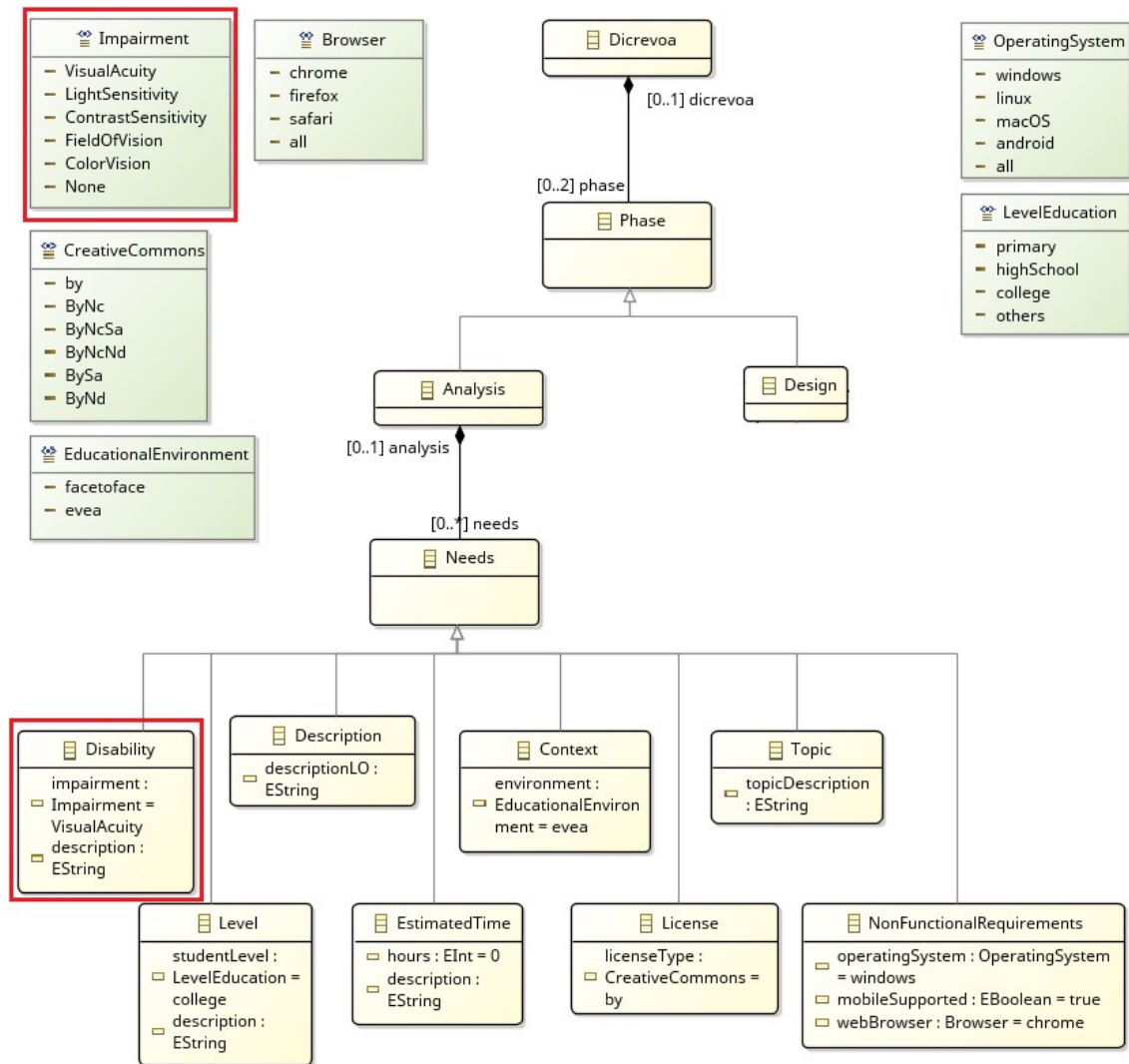


Figura 3.1: Metamodelo Fase de Análisis de Necesidades

Como se observa en la Figura 3.1, la fase de Análisis esta compuesta de todas Necesidades (Needs) que el docente debe considerar para diseñar un OA. Como parte de las necesidades se considera la especificación de la Discapacidad (Disability) para la cual el OA deberá adaptarse y proveer características de accesibilidad. En este trabajo se provee una solución únicamente para las discapacidades visuales establecidas en la metaclass Incapacidad (Impairment).

### 3.2.3. Soporte a la Actividad de de Diseño

En esta sección se describe el soporte a la actividad de diseño de acuerdo a lo establecido en la sección 3.1. La solución tecnológica consiste en el metamodelo de la la Figura 3.2, el cual incluye los conceptos necesarios para describir la estructura interna de OA.

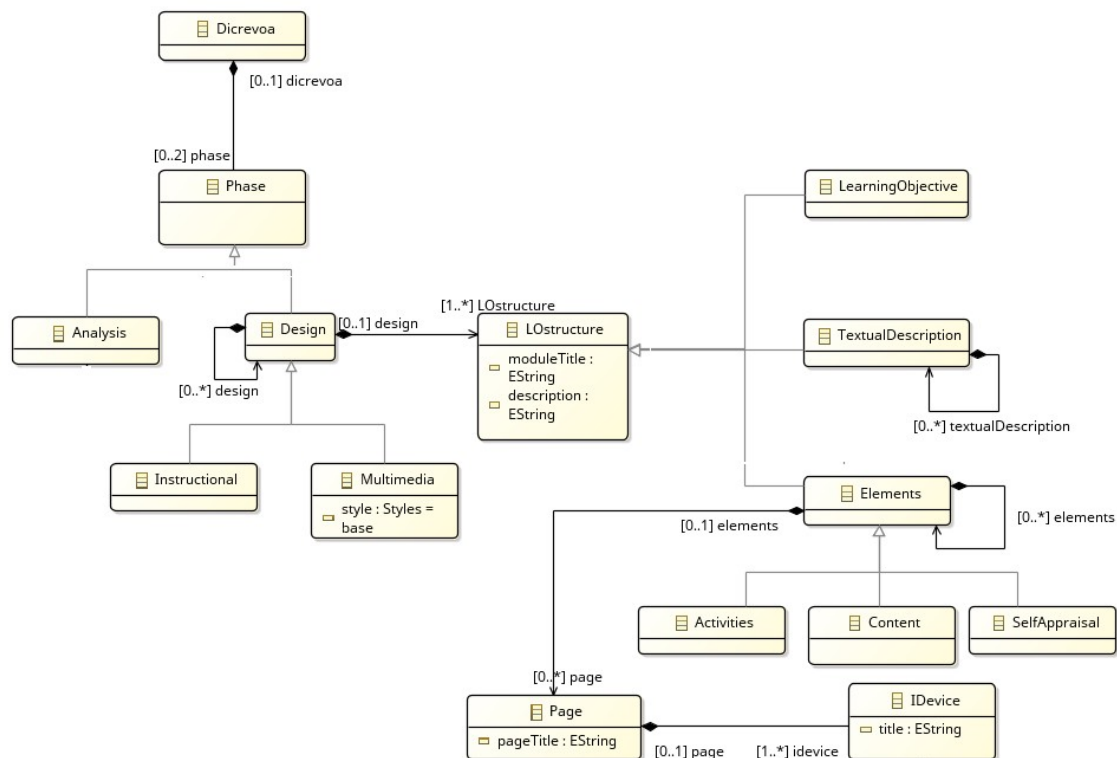


Figura 3.2: Metamodelo Fase de Diseño

De acuerdo a la Figura 3.2 durante el Diseño (Design) se realiza el Diseño Instruccional (Instructional) y el Diseño Multimedia. El Diseño Instruccional se compondrá de la estructura interna del OA, donde el docente tiene que definir el objetivo de aprendizaje, además de poder definir una o varias descripciones textuales del OA, adicionalmente de los elementos que pueden ser de tipo actividades, contenido o autoevaluaciones, estos elementos se componen de páginas que a su vez se componen de iDevices, éstas

paginas son donde se despliega todo el contenido que el estudiante visualizará e interactuará con el OA a través de los diferentes iDevices que tendrá la página. Mientras que la metaclase Multimedia sirve para que el docente pueda elegir un tema que incrustará en el OA, para su visualización, el docente podrá elegir entre varios temas de diferentes colores y apariencias para el OA.

Adicionalmente, DICREVOA sugiere los iDevice que **eXeLearning** se debe utilizar dentro de las páginas para los diferentes tipos de elementos (contenidos, actividades, autoevaluación), tal como se presenta en la tabla 3.2 [30]:

ESTRUCTURA INTERNA DEL OA Y LOS i-Devices A UTILIZARSE		
Estructura del OA	Tema	i-Devices
Introducción	<i>Objetivos</i>	<i>Objetivos</i>
	Pre- requisitos	pre-conocimiento
Contenidos		Texto libre, Galería de imágenes, Lupa, Sitio Web Externo, Artículo Wikipedia, RSS, Applet de Java, Caso de estudio, Actividad de lectura, Reflexión.
Actividades		<b>Actividades Interactivas:</b> Preguntas de V/F, eleccion y seleccion múltiple, examen SCORM, rellenar espacios en blanco  <b>Actividades no interactivas:</b> Casos de estudio, Actividad de lectura, Reflexión.
Autoevaluación		Pregunta de elección múltiple, Preguntas de V/F, Actividad de espacios en blanco.

Tabla 3.2: Estructura interna del Objeto de Aprendizaje y los I-devices a utilizarse.[30]

Ya que el editor de OA que se obtendrá como resultado de este trabajo, esta basado

en eXelearning se contará con los mismos i-Devices, por lo tanto la matriz descrita anterior nos será de utilidad cuando se este creando y diseñando el editor gráfico.

### 3.2.4. Soporte a las Fase de Análisis y Diseño de la Creación de OA

Para la creación del nuevo editor partimos utilizando **EMF de Eclipse**, que como se mencionó anteriormente nos permitirá crear el metamodelo. El metamodelo presentado en la Figura 3.3, es el metamodelo donde se unificó todos los conceptos de DICREVOA esto quiere decir que se extrajo todos los aspectos más importantes de sus diferentes fases (Análisis y Diseño), como se describe anteriormente este metamodelo refleja las necesidades que el docente debe tener en cuenta al momento de diseñar un OA, para este contexto se realiza un cambio en las necesidades donde se reemplaza la necesidad del perfil del estudiante por la discapacidad del estudiante, ya que nuestro objetivo es la crear contenido para estudiantes con discapacidades, si bien el perfil del estudiante es un aspecto importante dentro de DICREVOA, se decidió omitir este aspecto para este trabajo de titulación ya que la unificación de perfil de estudiante más una discapacidad requiere de un estudio y análisis diferente al contexto de este trabajo de titulación. Adicionalmente dentro del metamodelo también se incluye como se estructura un OA, donde el docente puede estructurar sus contenidos de una forma ordenada y comprensible para sus alumnos. Finalmente, dentro del modelado también se abstrae los iDevices del editor gráfico eXelearning, donde los iDevices se incrustarán dentro de las paginas del OA, se cuenta con una gran variedad iDevices donde se incluyen aspectos de accesibilidad, como por ejemplo: textos alternativos para las imágenes, textos descriptivos para imágenes y vídeos, etc.



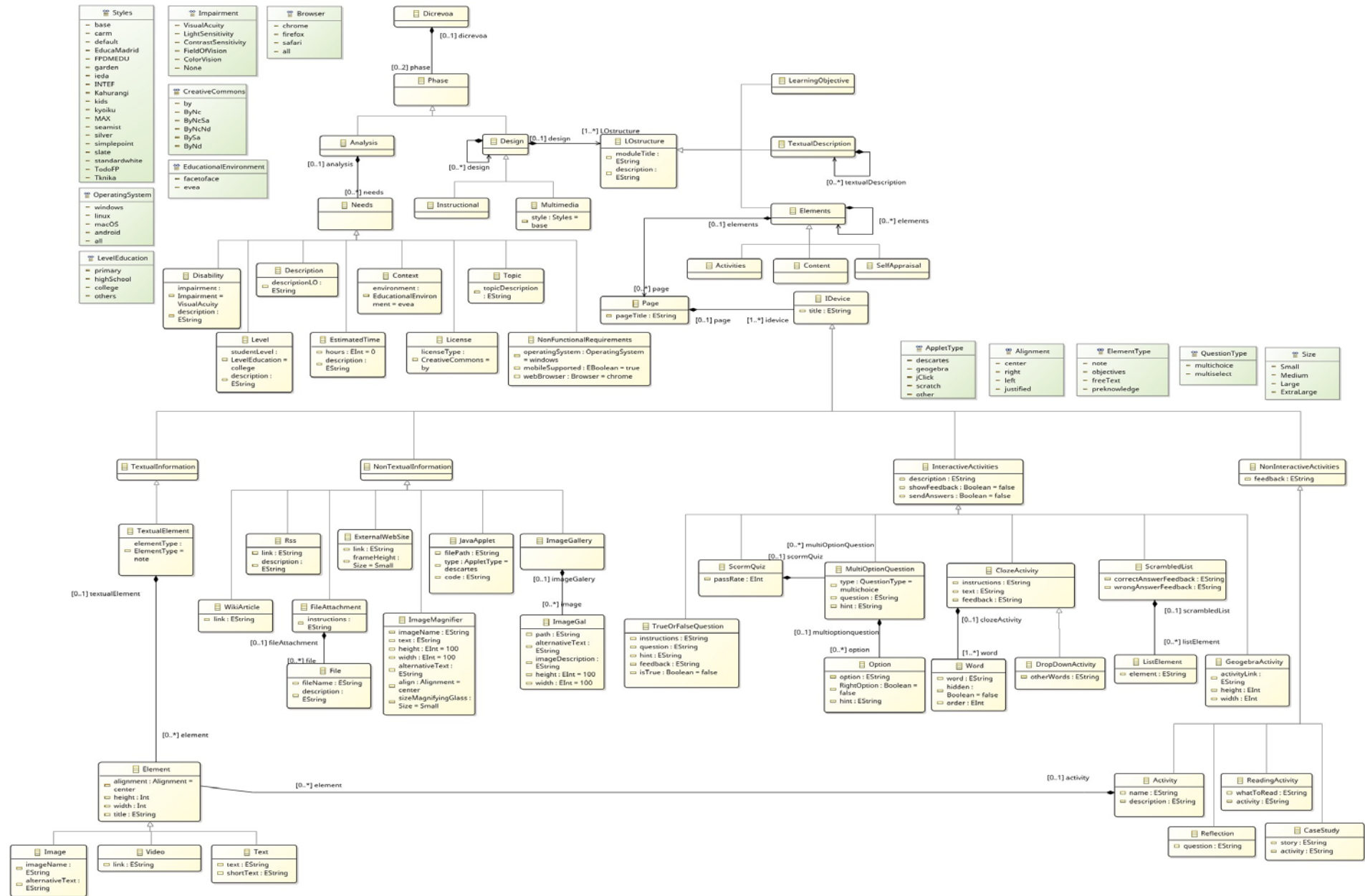


Figura 3.3: Metamodelo OAs accesibles

### 3.2.5. Editor Gráfico para el Análisis y Diseño de OA Accesibles

En esta sección se presenta el editor gráfico que se obtiene como resultado, este editor gráfico se crea a partir del metamodelo donde se reflejan todos los conceptos de DICREVOA Figura 3.3, haciendo que el docente cree un OA de forma ordenada y siguiendo la metodología.

#### 3.2.5.1. Inicio Editor Gráfico

Como primer paso el editor presenta las dos fases de la metodología DICREVOA Figura 3.4, así el docente podrá elegir que fase desea diseñar primero, para esto el docente tendrá que dar doble click sobre la fase que desee:

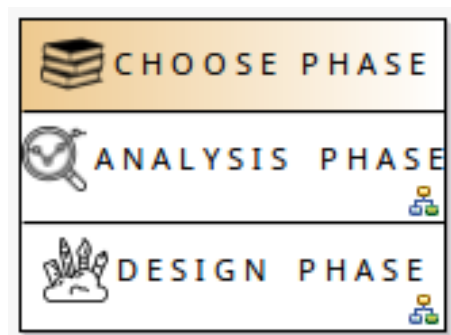


Figura 3.4: Inicio editor gráfico

#### 3.2.5.2. Fase de Análisis

Dentro de la fase de análisis el docente contará con una paleta al lado derecho que contiene todas las necesidades de un OA, el docente podrá arrastrar con el ratón cada necesidad e incrustarlo dentro de la fase de análisis, como se muestra en la Figura 3.5.

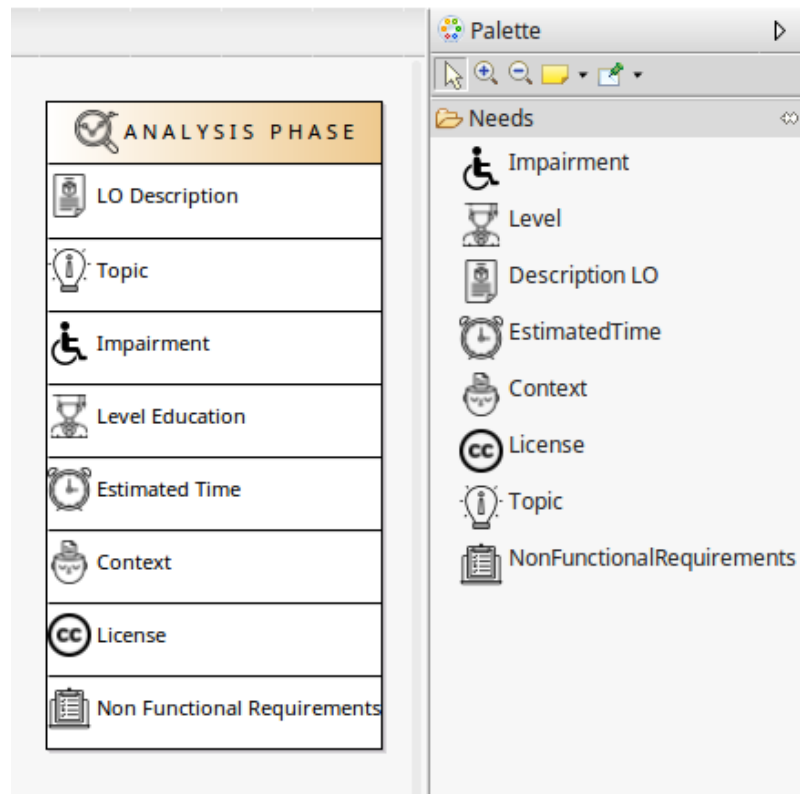


Figura 3.5: Fase de análisis

Si el docente selecciona cualquier recuadro dentro de la fase de análisis, se mostrará las diferentes opciones de cada necesidad, a continuación en a Figura 3.6 se muestra como ejemplo, como el docente puede elegir la discapacidad para el OA.

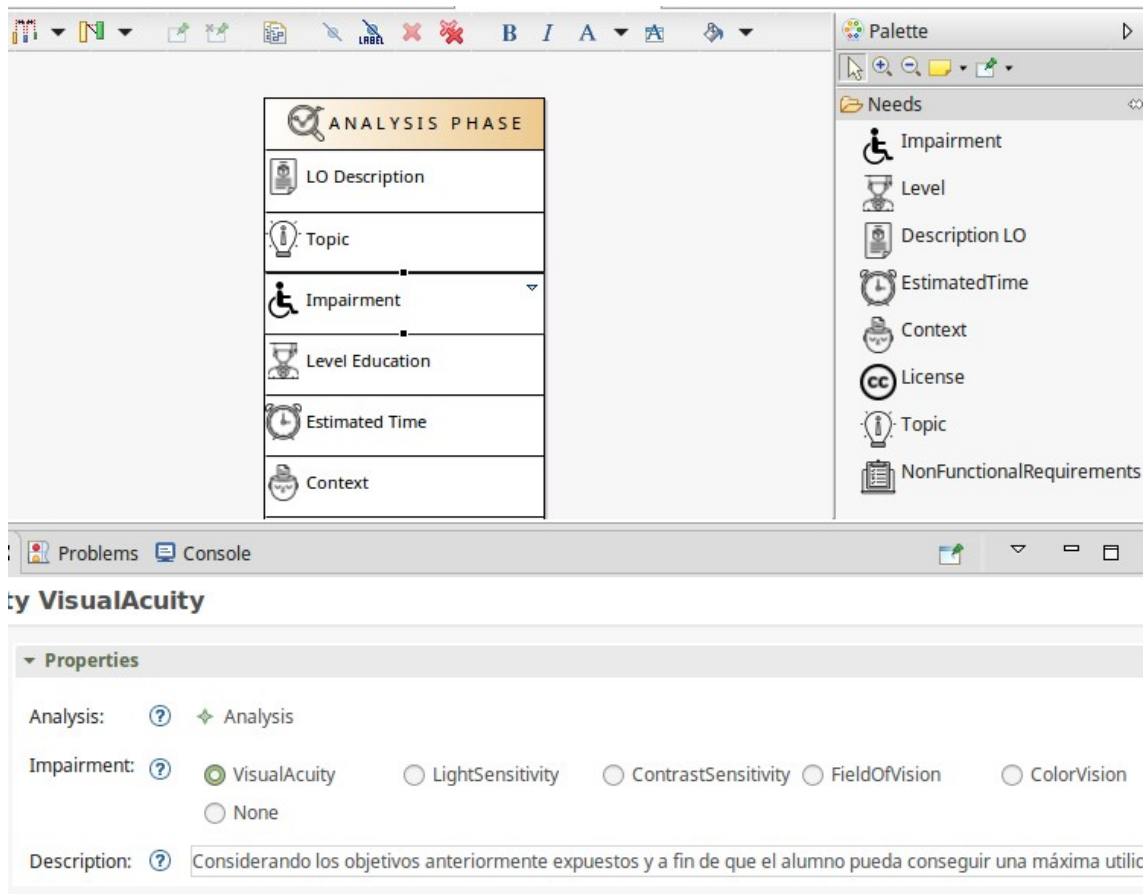


Figura 3.6: Editor gráfico, elección de discapacidad

Como se puede ver en la Figura 3.6, el docente podrá elegir desde una lista el tipo de discapacidad además, de añadir una breve descripción en caso de ser necesario. Diferentes opciones aparecerán según el recuadro que se seleccione.

### 3.2.5.3. Fase de Diseño

Dentro de la fase de diseño el docente podrá elegir que fase de Diseño desea implementar, al igual que al inicio del editor la elección de la fase de diseño se lo hace realizando dos clicks sobre la fase, en la Figura 3.7 se muestra como se muestra el editor para que el docente pueda elegir la fase de diseño.

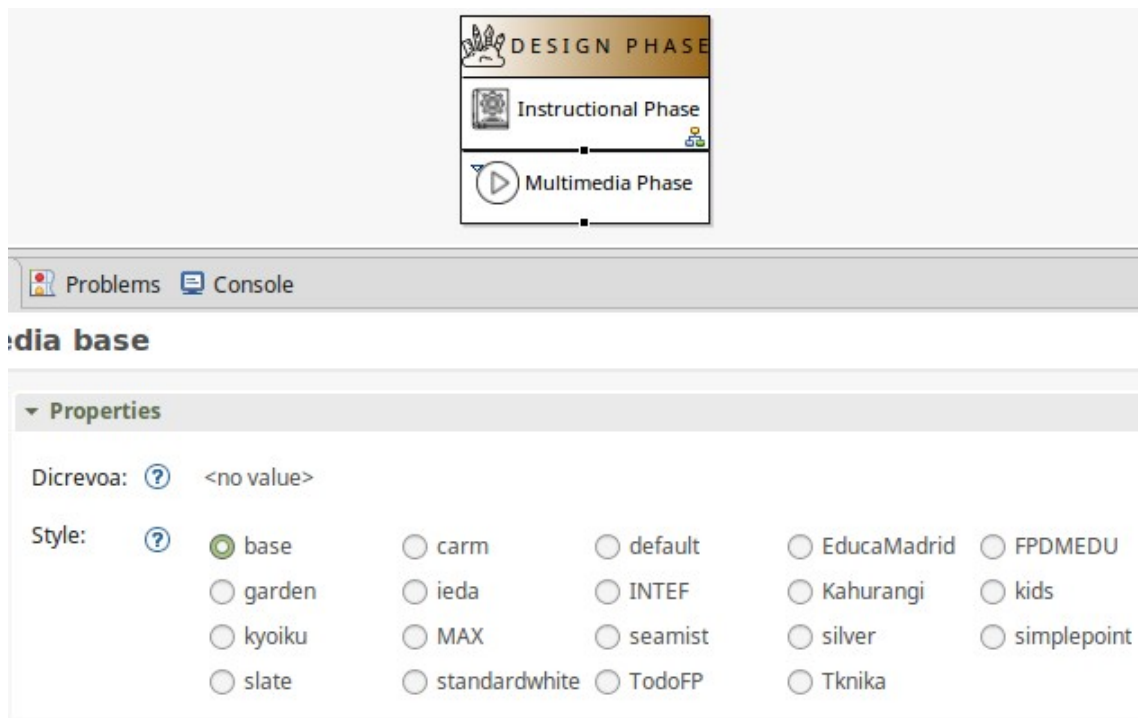


Figura 3.7: Fase de Diseño

Como se muestra en la Figura 3.7 la fase de diseño multimedial esta seleccionada y al igual que las discapacidades se muestra un listado de todos los temas que el docente tendra disponible para su OA.

### 3.2.5.3.1 Fase de Diseño Instruccional

Dentro de la fase de diseño instruccional, se nos permitirá estructurar el OA como se presenta en la Figura 3.8.

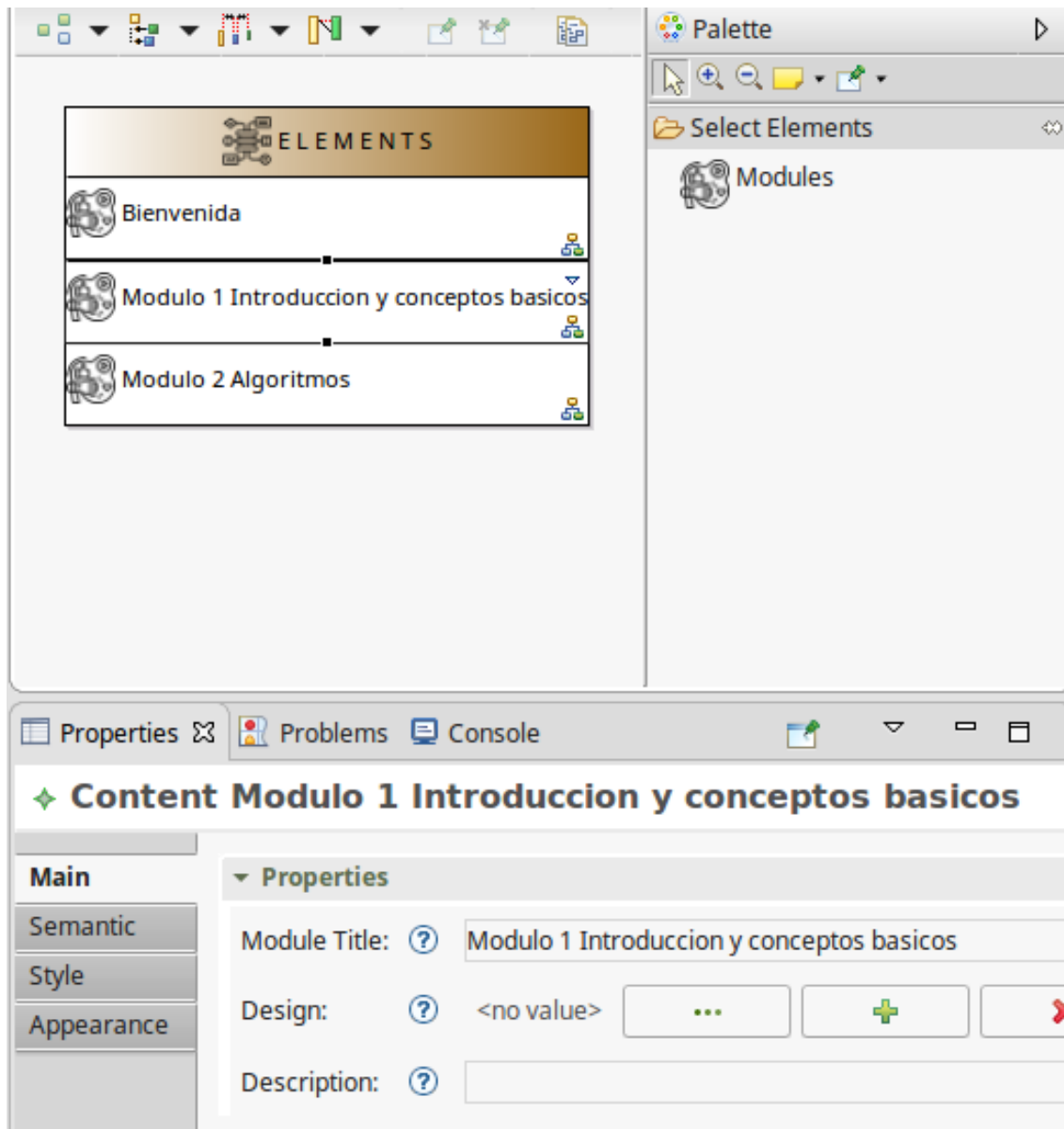


Figura 3.8: Estructuración de módulos o temas para el OA.

Como se puede ver en la Figura 3.8 el docente podrá agregar los módulos o temas que tendrá el OA que este diseñando, en la Figura 3.8 se muestra que existen tres módulos ya agregados además, de tener la posibilidad de adicionar más a través de la paleta que se encuentra al lado derecho. Adicionalmente cuando se seleccione un módulo el docente podrá darle un título, y agregar una descripción si así lo considera necesario.

El docente podrá dar doble click sobre cualquier módulo agregado para pasar a un segundo nivel de estructuración del OA, como se muestra en la Figura 3.9.

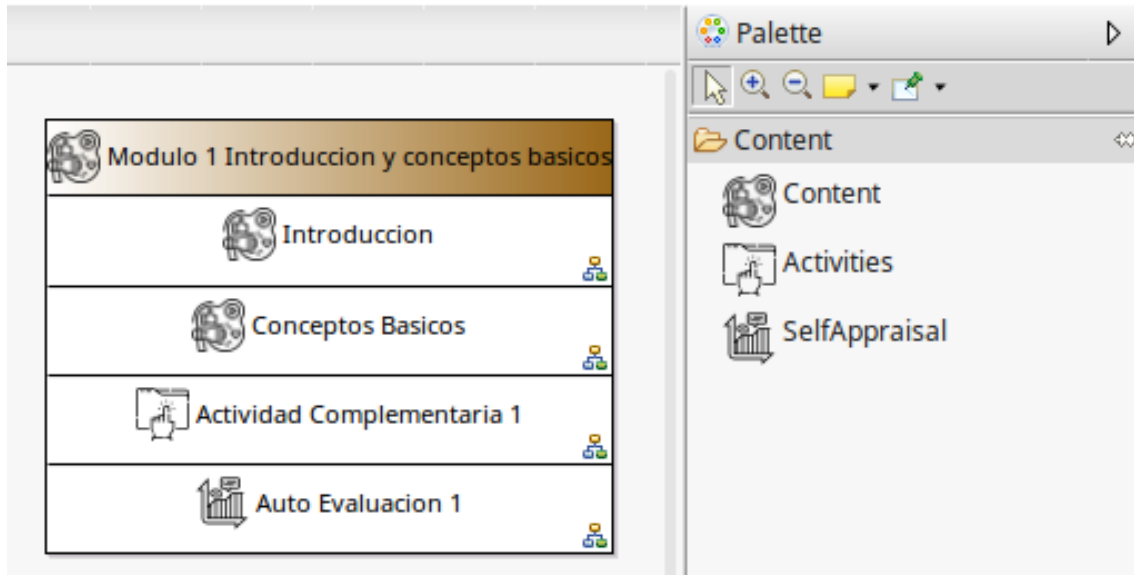


Figura 3.9: Estructuración de un módulo

Como se observa en la Figura 3.9 el docente podrá agregar secciones de contenidos, actividades o autoevaluaciones. Cada una de estas secciones estarán compuestas de diferentes páginas, como se presenta en la Figura 3.10.

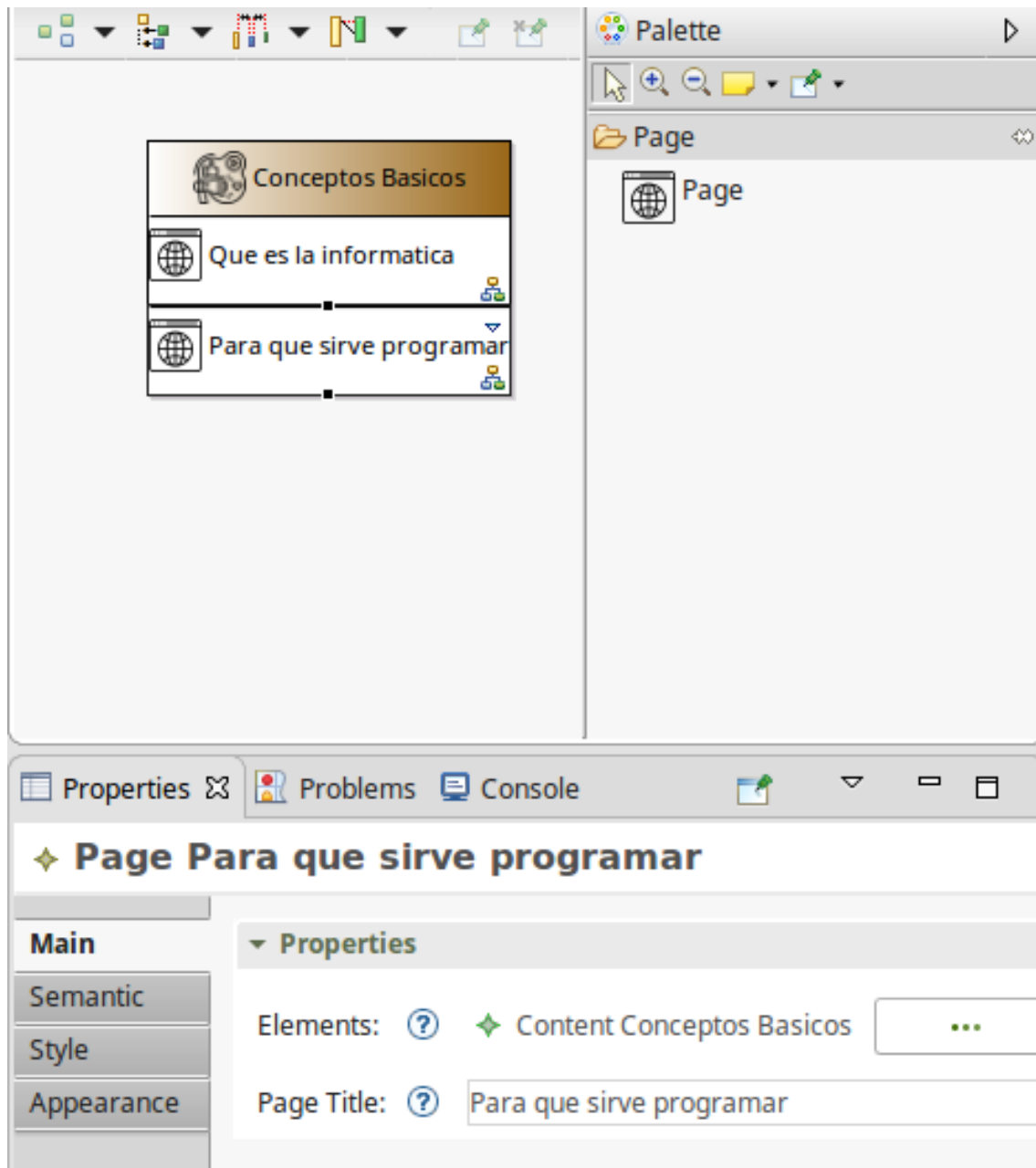


Figura 3.10: Estructuración de Contenido

En la Figura 3.10 presenta la estructura dentro de un **contenido**, como se puede observar el docente cuenta con una paleta donde le permite agregar una o varias páginas. El mismo proceso se lo debe realizar dentro de una **actividad** o **autoevaluación**.



Cuando se da doble click sobre una página el docente podrá empezar a llenar el OA con iDevices, las paletas de iDevices presentadas variarán de sí se encuentra dentro de una página de contenido, actividad o autoevaluación, a continuación las figuras 3.11, 3.12 y 3.13, presentan las paletas para los diferentes tipos de páginas de **contenido**, **actividad** y **autoevaluación** respectivamente.

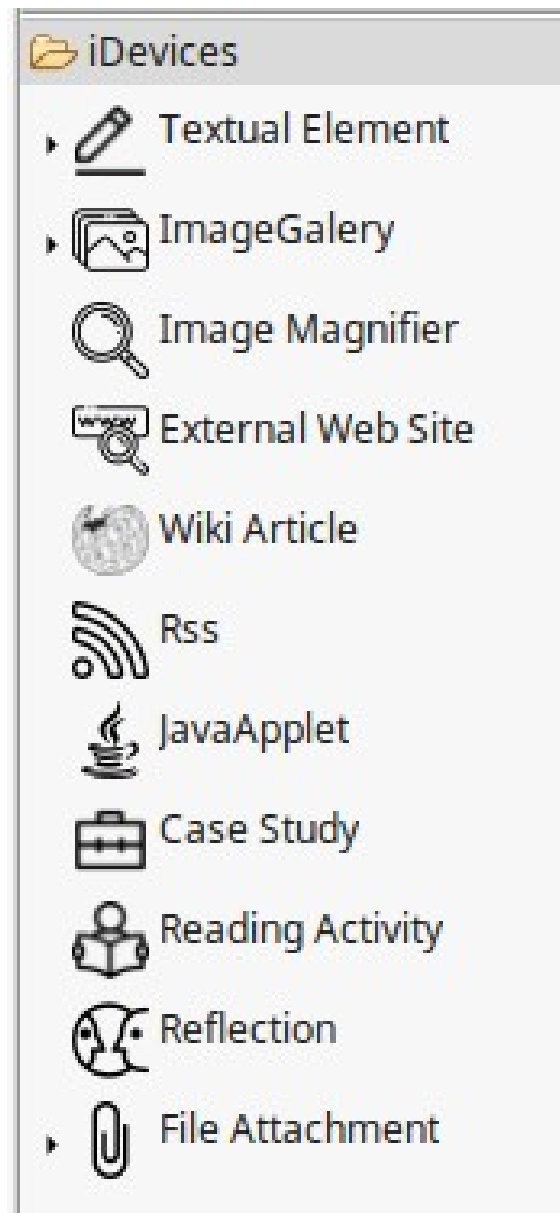


Figura 3.11: Paleta página de contenido

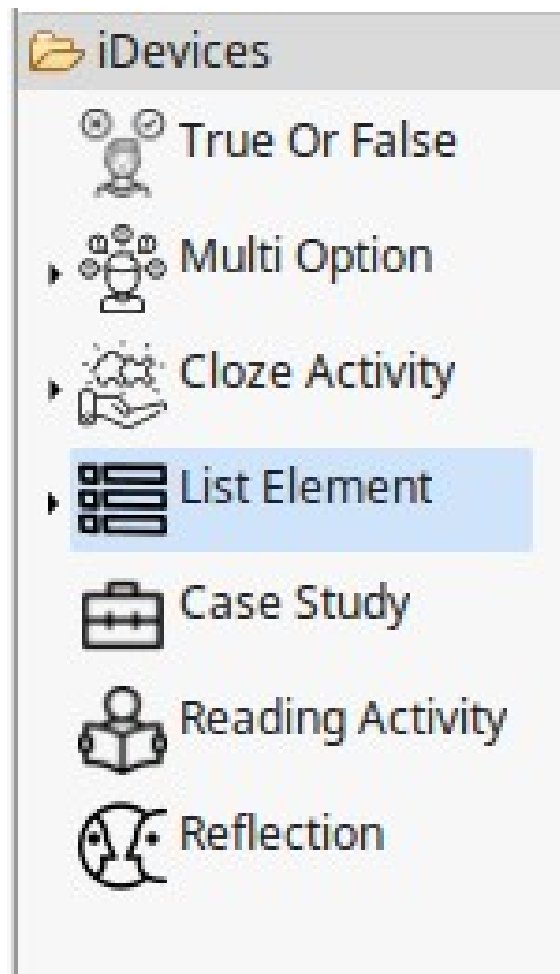


Figura 3.12: Paleta página de actividad

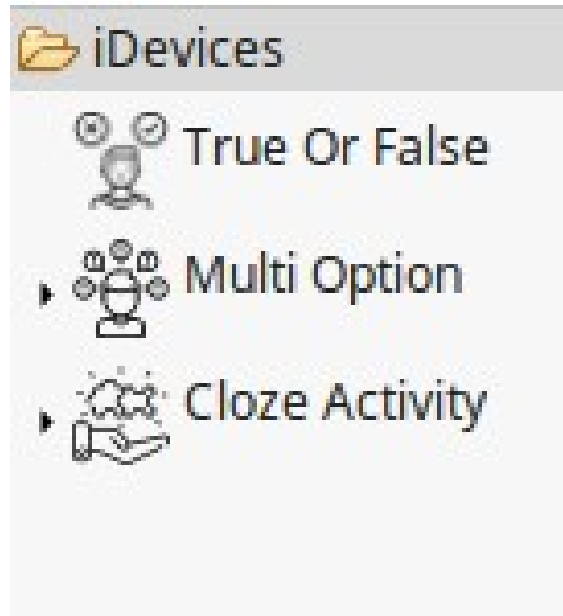


Figura 3.13: Paleta página de autoevaluación

Cabe recalcar que los iDevices presentados para cualquiera de los casos son los recomendados por la metodología DICREVOA, se los puede observar en la **Tabla 3.2** del presente trabajo.

### 3.2.6. Análisis del Formato SCORM

La aproximación tecnológica propuesta en este trabajo con respecto a la generación de OA accesibles toma como entrada los modelos de Análisis y Diseño de OA generados con el editor gráfico descrito anteriormente, y a través de transformaciones M2T genera un paquete SCORM con la implementación del OA. En esta sección inicia con el análisis de los paquetes SCORM, análisis que servirá de insumo para definir las transformaciones que automatizan la generación de OA.

Como se menciono anteriormente las siglas de SCORM se refieren a "*Shareable Content Object Reference Model*", traducido al español "*Modelo de Referencia de Objeto de Contenido Compartible*".

Un paquete SCORM es un archivo de tipo ZIP que contiene ciertos contenidos definidos por el estándar SCORM. El archivo es conocido como **PIF** (Package Interchange File - archivo de intercambio de paquetes) y contiene todo los archivos necesarios para entregar el paquete de contenido a través del ambiente de ejecución SCORM y/o LMS. Contenido obligatorio dentro del paquete SCORM:

- Archivo XML manifest (imsmanifest.xml).
- Todos los archivos de esquemas y definiciones (.xsd y .dtd) referenciados dentro del archivos manifest.
- Todos los archivos de recursos usados por el paquete de contenido y sus actividades de aprendizaje.

Todos los archivos que conforman un paquete de contenido deben encajar dentro de la misma estructura de árbol de directorios dentro del archivo PIF (ver Figura 3.14). Su paquete puede agrupar todo en un solo directorio, o puede usar subdirectorios dentro de la raíz (por ejemplo, un directorio para cada SCO). Todos los archivos utilizados por el paquete de contenido deben estar dentro del paquete de contenido. Las referencias a archivos externos o URL absolutas no están permitidas[44].

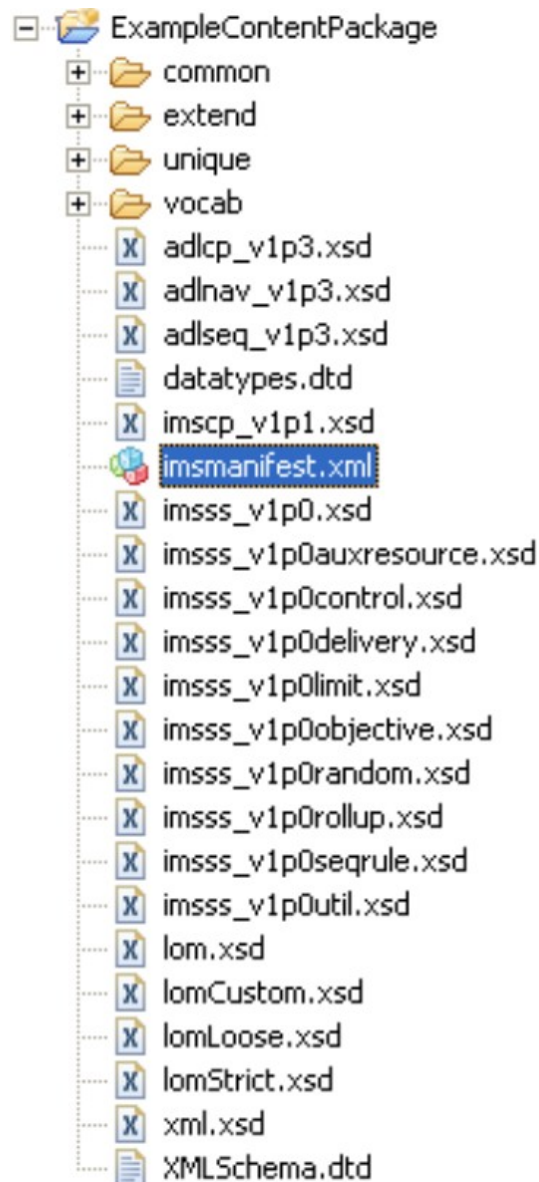


Figura 3.14: Estructura de un paquete SCORM vacío [44]

La Figura 3.14 muestra un paquete de contenido "vacío". El paquete de contenido se describe como vacío porque no contiene ningún recurso de contenido, como SCO (Shareable Content Objects - Objeto de Contenido Compartible) o Activos. Los archivos además, del archivo *imsmanifest.xml* son los archivos de *esquema/definición* para el manifest.

El archivo de manifest (`imsmanifest.xml`) describe el paquete de contenido y se selecciona en la Figura 3.14. Cada paquete de contenido SCORM contiene un archivo `imsmanifest.xml` en su raíz.

Todos los demás archivos en el paquete mostrado son archivos `.xsd` y `.dtd` para validar el archivo de manifest XML. Estos archivos describen el formato de manifest y también deben aparecer en la raíz del paquete de contenido. Los directorios en el paquete (`common`, `extend`, `unique`, `vocab`) también contienen archivos de esquema. Específicamente, los archivos de esquema en estas carpetas se utilizan para validar los metadatos XML que contiene el manifiesto o las referencias.

El Modelo de Agregación de Contenido (CAM) de SCORM define los componentes de un paquete SCORM.[44]

#### 3.2.6.1. Archivo Manifest

El núcleo o archivo mas importante dentro de un paquete SCORM es el archivo `imsmanifest.xml`.

Los paquetes de contenido SCORM contienen un archivo de manifest XML que describe el paquete y su contenido. El archivo de manifest es un inventario estructurado del contenido del paquete. El nombre del archivo de manifiesto es siempre **`imsmanifest.xml`** y debe aparecer en la raíz del paquete de contenido. Contenidos obligatorios en el archivos manifest:

- Identificador único.
- Metadatos mínimos que describen el paquete y su versión SCORM
- Una o más definiciones de recursos que enumeran todos los archivos necesarios para iniciar y entregar cada recurso.
- Una o más organizaciones de actividades de aprendizaje.

Contenido opcional dentro del manifest:

- Información de secuenciación para organizaciones.
- Más metadatos para el paquete de contenido, recursos y organizaciones.

Todas las referencias a archivos en los recursos deben ser relativas a la raíz del paquete de contenido. No se permite la referencia a archivos externos o URL absolutos[45].

### 3.2.6.2. Directorio Style

Dentro de este directorio se tienen todos los estilos que ofrece eXelearning, el docente dentro del editor gráfico podrá elegir de un listado cualquiera de los temas que se encuentra dentro de este directorio, Figura 3.15.

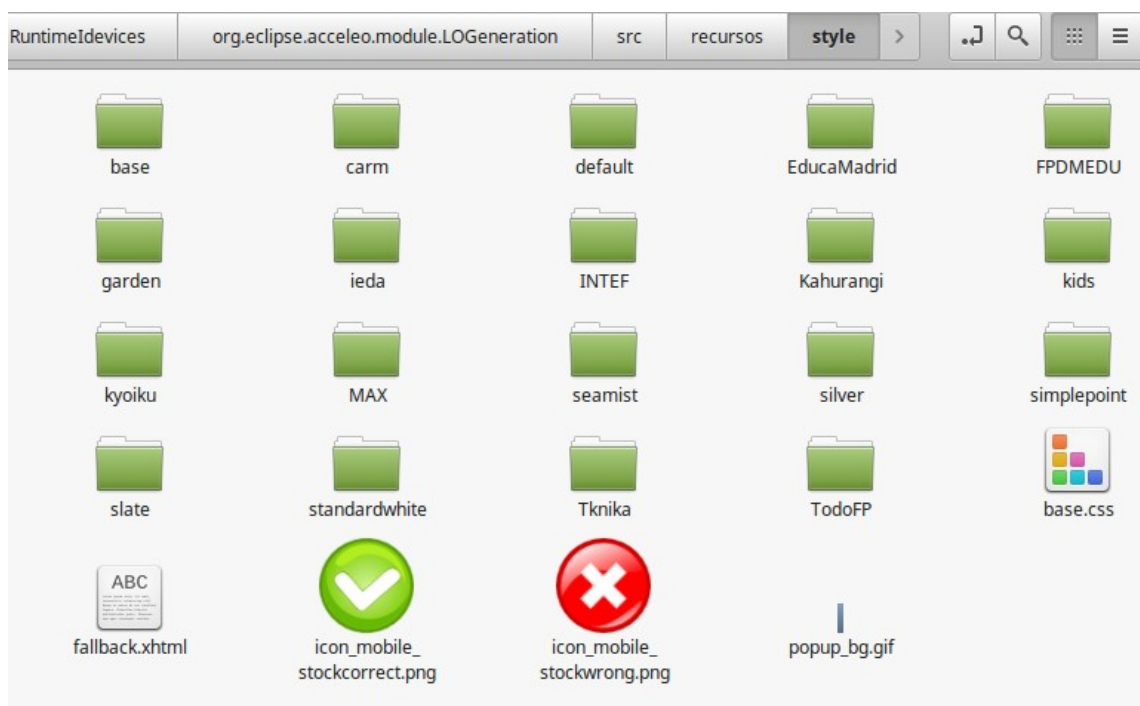


Figura 3.15: Directorio style

### 3.2.6.3. Otros Directorios y Archivos

- El directorio **galeryImages**, contiene imágenes que utiliza el iDevice Image Gallery.<sup>o</sup> "Galería de imágenes", que serán copiados al directorio del OA generado en caso de que el OA tenga dicho iDevice.
- Los scripts (.js) son necesarios para un correcto funcionamiento del OA, son scripts que genera el eXelearning para animaciones o para iDevices específicos.
- Hojas de estilo (.css) son estilos para el OA, como también para ciertos iDevices específicos.

### 3.2.7. Motor de Transformación

A continuación, se describe el proceso que se llevó a cabo para poder generar todos los archivos necesarios para obtener el paquete SCORM, además se presenta la estructura de archivos que tendrá el OA accesible.

#### 3.2.7.1. Motor de Generación de OA accesibles

Como paso final se tendrá que generar todo el código para crear el paquete SCORM, para esto se utilizó **Acceleo** que se encarga de transformar el modelo creado (editor gráfico) a texto, cuando se habla de transformar a texto se refiere a crear todos los archivos necesarios, desde ficheros: .html, .js, .css, .xml, .dtd, etc. Para crear el paquete SCORM.

Dentro de este trabajo de titulación se replica los diferentes iDevices de la herramienta eXelearning. Como primer paso, se utilizó eXelearning para crear varios OAs, donde cada OA contenía solo un iDevice, el objetivo de este proceso es la de separar y analizar de manera independiente a cada iDevice, donde se analizó que estructura y



archivos son necesarios para que el iDevice pueda funcionar de manera correcta, posteriormente cada OA se lo exportó como paquete SCORM (Shareable Content Object Reference Model), se eligió exportar en SCORM ya que éste es el formato que la mayoría de los SGA soportan para que el docente pueda subir su OA a la plataforma.

Posterior a la revisión de cada iDevice se pudo observar que eXelearning crea diferentes páginas html para presentar el contenido además, de ciertos iDevices que dependen de material adicional como: imágenes, hojas de estilo (.css) y scripts javascript(.js), obteniendo todo lo necesario para poder replicar los iDevices y poder generarlos a través de la transformación M2T.

La transformación recorrerá todo el editor el gráfico extrayendo todo el contenido insertado por el docente, generando todos los archivos necesarios con la información proporcionada. Adicionalmente dentro del editor gráfico el docente define el tipo la discapacidad visual (Agudeza Visual, Sensibilidad a la luz, Sensibilidad de contraste, Campo Visual, La visión del color) del estudiante haciendo que la transformación tome como dato la discapacidad que proporciona el docente y según sea el caso el contenido se presentará de diferentes formas para cumplir los requerimientos de accesibilidad, de esta forma el OA generado se adapta a las necesidades de los estudiantes.

Dentro de la transformación, se pueden definir queries o consultas para invocar funciones de java, que son de gran utilidad para extender la funcionalidad de acceleo, en la Figura 3.16 se muestra un extracto de como invocar funciones de java dentro de acceleo:

```
[comment encoding = UTF-8 /]
[module generateDicrevoa('http://www.example.org/iDevices'')]

[query public copyFileUsingChannel(sourcePath:String, destPath:String) : String
  = invoke('org.eclipse.acceleo.module.LOGeneration.common.Contador',
    'copyFileUsingChannel(java.lang.String , java.lang.String)',
    Sequence{sourcePath, destPath})
/]

[query public compress() : String
  = invoke('org.eclipse.acceleo.module.LOGeneration.common.Contador',
    'compress()',
    Sequence{})
/]

[query public imageName(name:String) : String
  = invoke('org.eclipse.acceleo.module.LOGeneration.common.Contador',
    'imageName(java.lang.String)',
    Sequence{name})
/]

[query public deleteFolder(folderName:String) : String
  = invoke('org.eclipse.acceleo.module.LOGeneration.common.Contador',
    'deleteFolder(java.lang.String)',
    Sequence{folderName})
/]

[query public copyStyle(styleName:String) : String
  = invoke('org.eclipse.acceleo.module.LOGeneration.common.Contador',
    'copyStyle(java.lang.String)',
    Sequence{styleName})
/]

[query public addManifest(dir:String) : String
  = invoke('org.eclipse.acceleo.module.LOGeneration.common.Contador',
    'addManifest(java.lang.String)',
    Sequence{dir})
/]

[query public addManifest2(dir:String) : String
  = invoke('org.eclipse.acceleo.module.LOGeneration.common.Contador',
    'addManifest2(java.lang.String)',
    Sequence{dir})
/]
```

Figura 3.16: Extracto de transformación a texto, sección de queries utilizadas

Las consultas presentadas en la Figura 3.16 fueron utilizadas para realizar ciertas tareas específicas como:

- Comprimir todo el contenido generado en formato .zip para crear el paquete SCORM.
- Copiar ficheros genéricos de un directorio específico al directorio donde se generó el contenido.

- Copiar todos los archivos necesarios para implementar los diferentes temas que tendrán los OAs generados.
- Agregar información adicional al fichero manifest.
- Entre otras.

A continuación en la Figura 3.17 se muestra un extracto de la transformación y generación del iDevice Reading Activity.<sup>o</sup> "Actividad de Lectura":

```

[elseif (iDev.oclIsTypeOf(ReadingActivity))]
<article class="iDevice_wrapper readingIdevice em_iDevice" id="id[i/]" href="#top">
<div class="iDevice_emphasis1" >
<header class="iDevice_header"><h1 class="iDeviceTitle">[iDev.oclAsType(ReadingActivity).title/]</h1></header>
<div class="iDevice_inner">
<div class="iDevice_content_wrapper">
<section id="ta[i/][i/]_4" class="block iDevice_content">
<p>[iDev.oclAsType(ReadingActivity).whatToRead/]</p>
</section>
<section id="ta[i/][i/]_5" class="block iDevice_content">
<p>[iDev.oclAsType(ReadingActivity).activity/]</p>
</section>
<form name="feedback-form-[i/][i/]_6" action="#" onsubmit="return false" class="feedback-form">
<div class="block iDevice_buttons feedback-button js-required">
<p><script type="text/javascript">var feedback[i/][i/]_6text = "Show Feedback";</script><input type="button" r
</div>
<section id="feedback-[i/][i/]_6" class="feedback js-feedback js-hidden">
<h1 class="js-sr-av">Feedback</h1>
<p>[iDev.oclAsType(ReadingActivity).feedback/]</p></section>
</form>
</div>
</div>
</div>
</div>
</article>
```

Figura 3.17: Extracto de la transformación y generación del iDevice Reading Activity"

Luego de realizar la transformación se obtiene como resultado un paquete SCORM que contiene todos los archivos necesarios para desplegar el OA dentro de un SGA. Cabe recalcar que dentro de cada archivo generado: html, java, css, etc. Se genera de tal manera que su código cambia, para que su visualización cumpla los aspectos de accesibilidad.

En la sección de anexos se mostrará más extractos de la transformación de modelo a texto, toda la transformación no se adjuntará en el documento ya que es bastante extensa, toda la transformación tiene alrededor de 2500 líneas de código.

### 3.2.7.2. Generación de Estructura de Archivos de Paquete SCORM

Dentro de esta sección se presenta la estructura de archivos interna que contiene un paquete SCORM, y que análisis se realizó para obtener un paquete SCORM completamente funcional.

#### 3.2.7.2.1 Directorios Auxiliares

Para generar un OA se debe tener en cuenta que un paquete SCORM contiene varios archivos genéricos, esto se lo pudo deducir haciendo un análisis de cada directorio del paquete SCORM exportado a través del eXelearning. Entonces para esto se utilizó un directorio auxiliar llamado **recursos**, dentro del proyecto acceleo (este directorio se puede crear en cualquier directorio del computador, por simplicidad se lo agregó al mismo proyecto acceleo), el directorio recursos se muestra en la Figura 3.18.

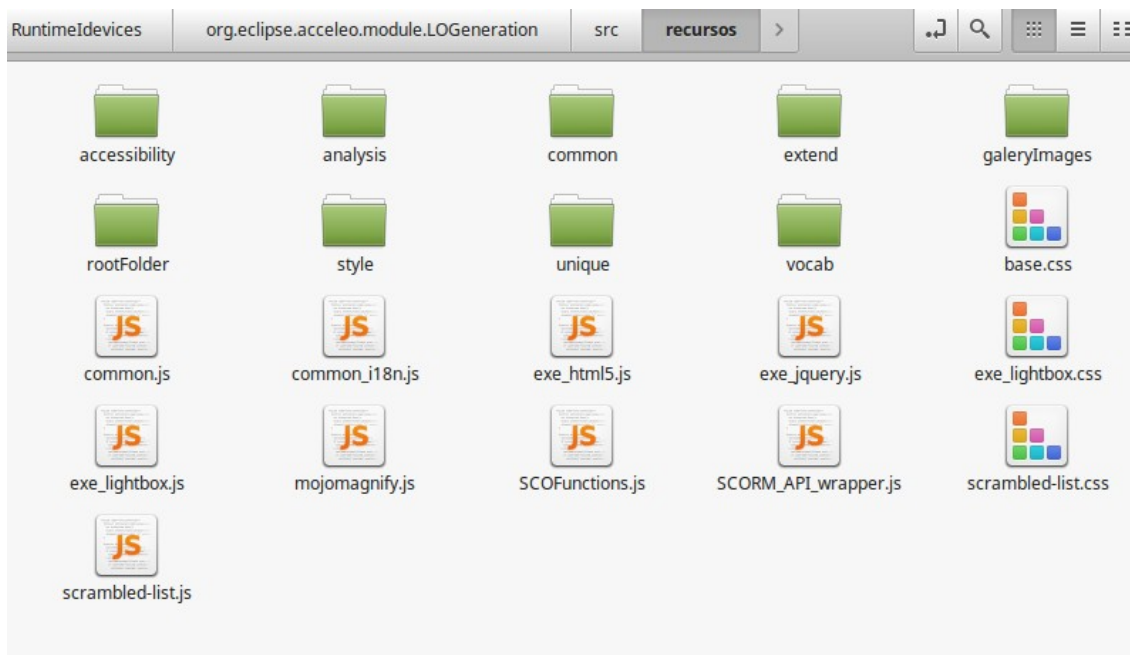


Figura 3.18: Directorio auxiliar recursos"

Como se puede ver en la Figura 3.18 este directorio contiene varios archivos y sub-

directorios, que serán copiados al OA generado según sea necesario.

### 3.2.7.2.2 Directorio accessibility

Dentro del directorio accessibility, se tendrá un directorio para cada discapacidad visual, Figura 3.19:

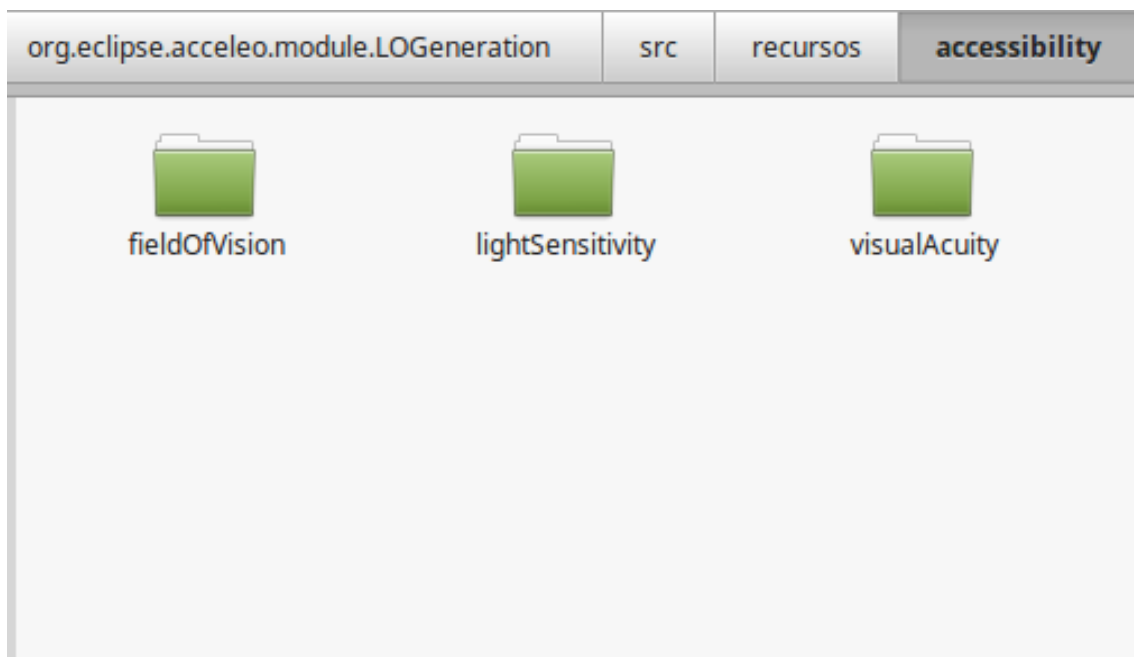


Figura 3.19: Directorio Accessibility

Cabe recalcar que para las discapacidades visuales **color vision**, **light sensitivity**, **contrast sensitivity** se tienen los mismos requerimientos de accesibilidad, por ésta razón dichas discapacidades no tienen su directorio propio. Dentro de cada directorio se encontrará con todos los archivos necesarios para brindar accesibilidad a los estudiantes como, las hojas de estilo (.css) para el menú de accesibilidad, y los scripts (.js) para que el estudiante pueda configurar su OA, cada menú de accesibilidad variará según la discapacidad del estudiante.

### 3.2.7.2.3 Directorio Analysis

Dentro del directorio analysis se encuentran las imágenes y hojas de estilo (.css) para representar la fase de análisis de la metodología DICREVOA, ésta será una página genérica que el docente llenara con todas las necesidades que requiere dicha fase, Figura 3.20.

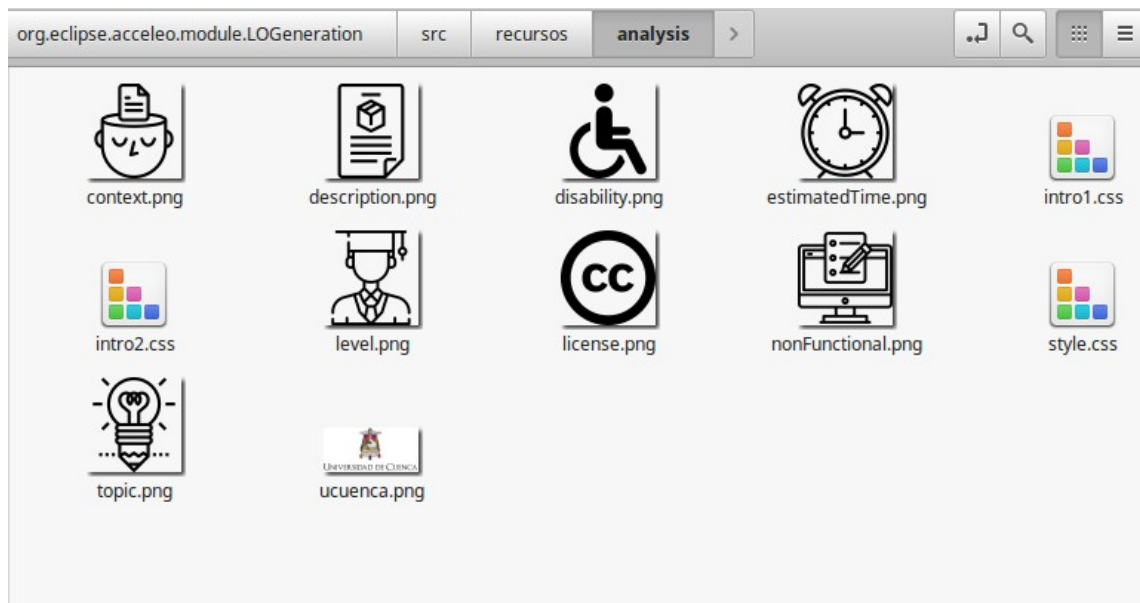


Figura 3.20: Directorio analysis

### 3.2.7.2.4 Directorios Common, Vocab, Unique, Extend

Dentro de estos directorios se encuentran archivos de esquemas, estos esquemas son utilizados para validar metadatos dentro del manifest, Figura 3.21.

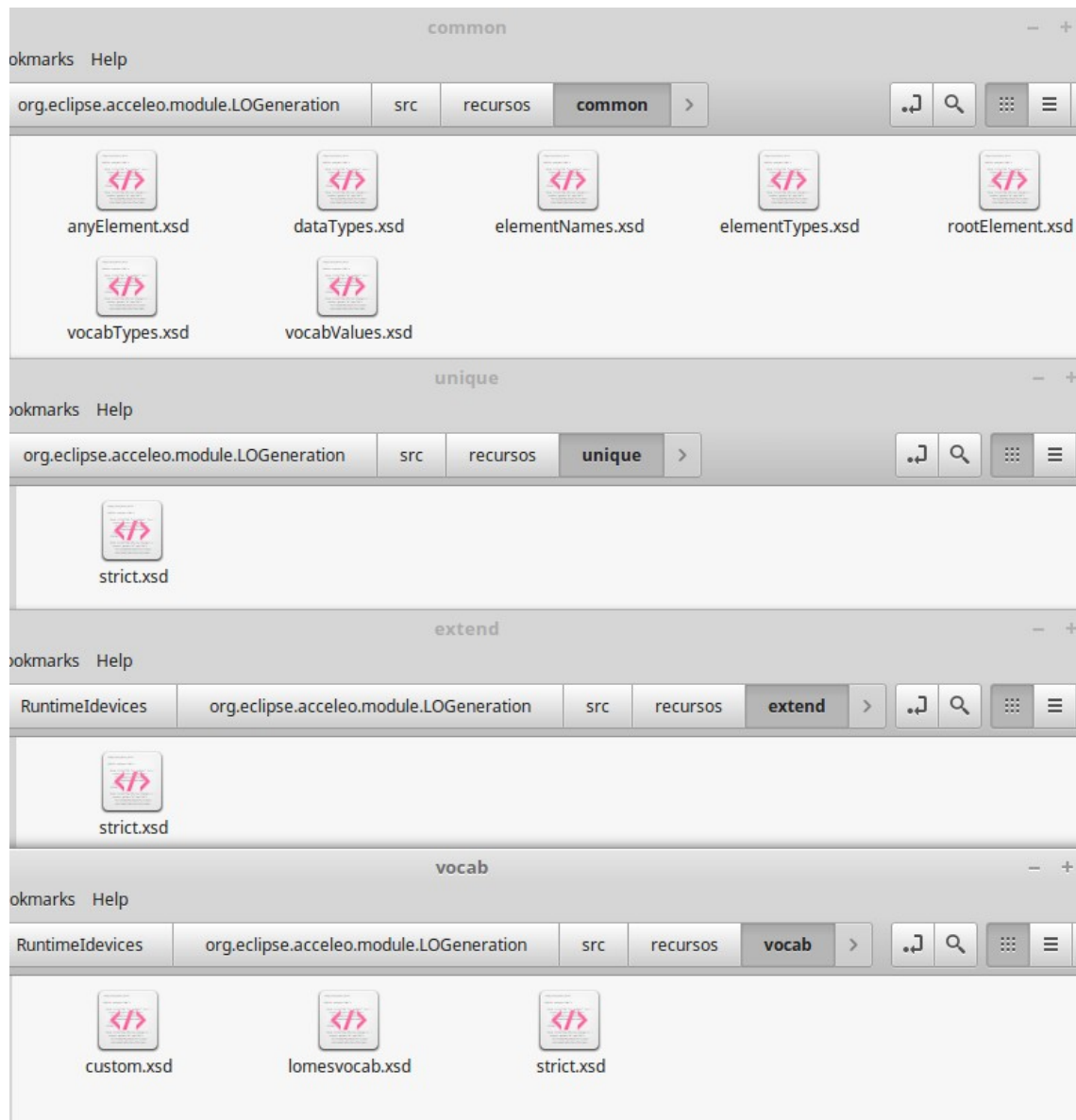


Figura 3.21: Directorios common, vocab, unique, extend

### 3.2.7.2.5 Directorio RootFolder

Dentro de este directorio se encuentran todos los archivos que deberán estar en la raíz del OA, estos archivos son de esquema/definición para el manifest, Figura 3.22.

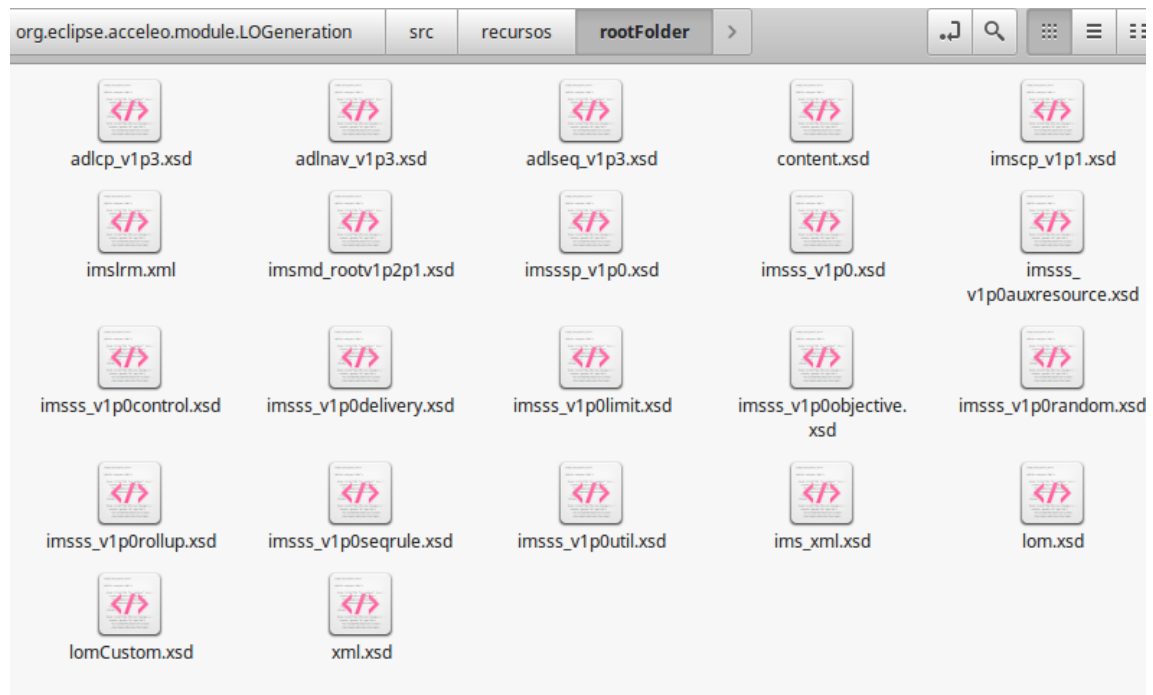


Figura 3.22: Directorio rootFolder



## **Capítulo IV**

# **RESULTADO OBJETO DE APRENDIZAJE ACCESIBLE**

### **4.1. Aplicación de la Infraestructura Software para la Creación de OA**

En esta sección se mostrará como el OA se comportará dentro de un SGA además, que se podrá ver los diferentes menús de accesibilidad. Para poder ver el comportamiento de un OA dentro de un SGA se instaló el SGA moodle de forma local, para poder realizar las respectivas pruebas.

#### **4.1.1. OA sin Accesibilidad**

En la Figura 4.1 se muestra una captura de un OA generado y desplegado en el SGA Moodle donde no presenta aspectos de accesibilidad:

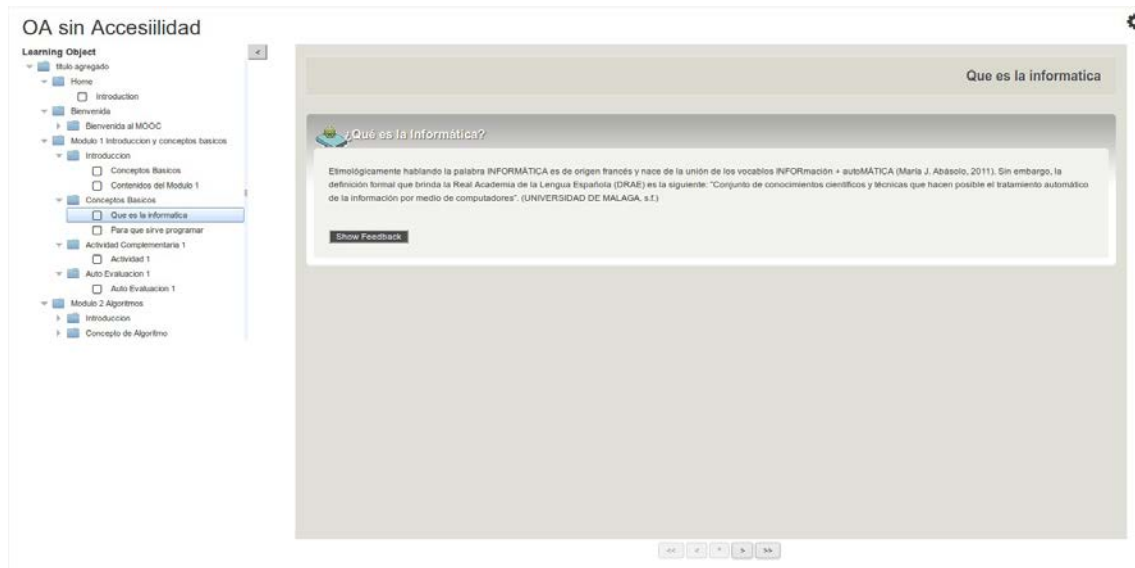


Figura 4.1: OA sin accesibilidad desplegado dentro del SGA moodle

#### 4.1.2. OA con Accesibilidad para Campo de Visión

En la Figura 4.2 se muestra una captura de un OA generado y desplegado en el SGA Moodle donde presenta un OA Accesible para la discapacidad Visual Campo Visión:

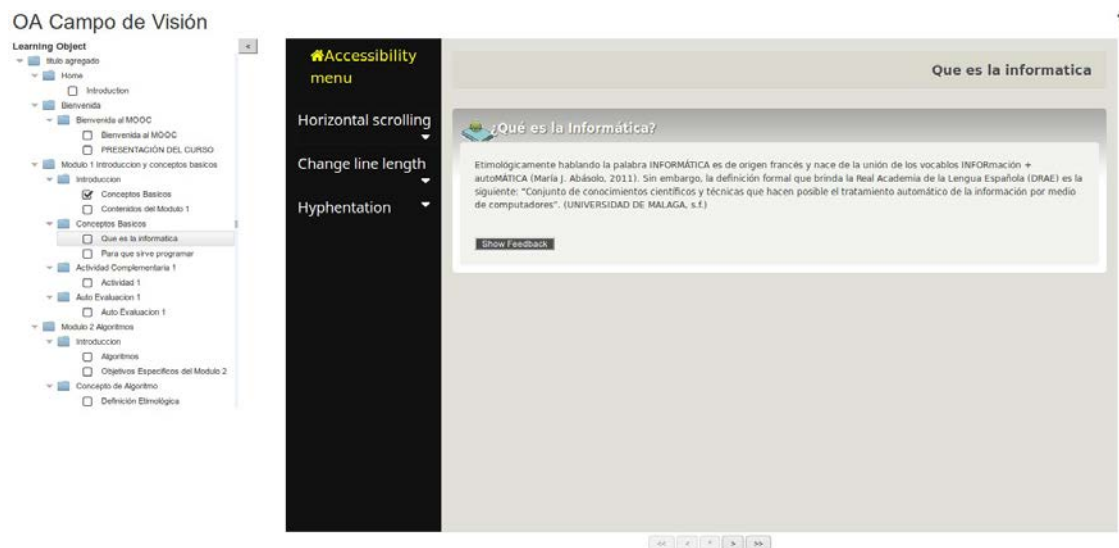


Figura 4.2: OA con accesibilidad para campo de visión desplegado dentro del SGA moodle

En la Figura 4.3 se presenta un el menú de accesibilidad para discapacidad campo de visión:

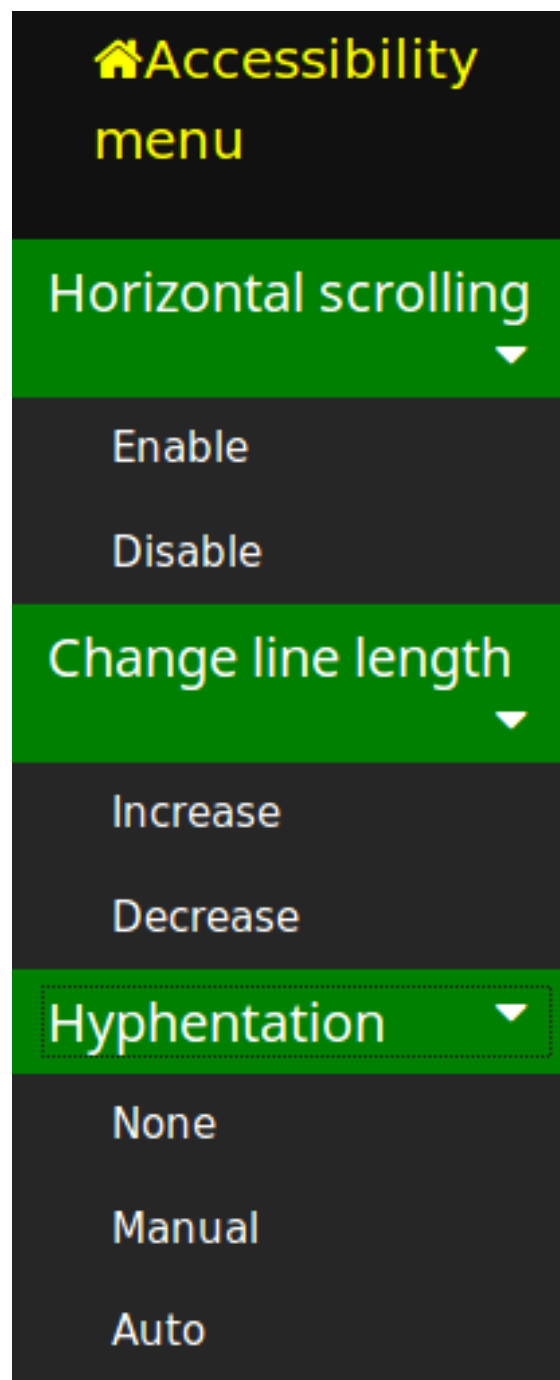


Figura 4.3: Menú de accesibilidad para la discapacidad campo de visión

### 4.1.3. OA con Accesibilidad para Agudeza Visual

En la Figura 4.4 se muestra una captura de un OA generado y desplegado en el SGA Moodle donde presenta un OA Accesible para la discapacidad Agudeza Visual:

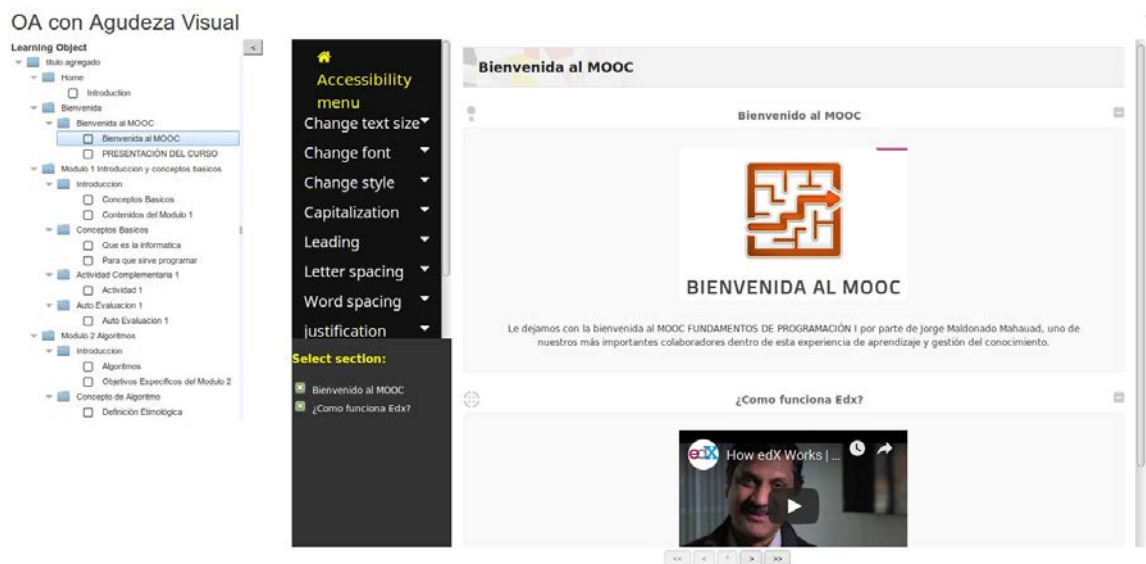


Figura 4.4: OA con accesibilidad para agudeza visual desplegado dentro del SGA moodle

En la Figura 4.5 se presenta el menú de accesibilidad para discapacidad agudeza visual:

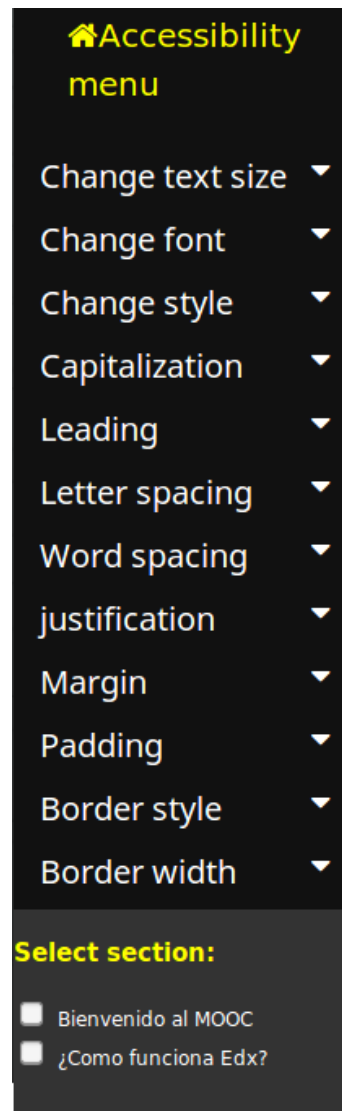


Figura 4.5: Menú de accesibilidad para la discapacidad agudeza visual

Una particularidad del menú de accesibilidad de la Figura 4.5 es que se puede elegir la sección a la cual se desea realizar los cambios, como se puede ver en la parte inferior se agregan todos los títulos de cada sección de la página con un checkbox, así el estudiante sabrá a que sección va a hacer los cambios, además, de que cada vez que el estudiante elija una sección se realizará un scroll automático y se ubicará en la sección seleccionada, con esto se gana que el estudiante tenga que hacer menos scrolls y clicks

dentro de la página. Dichas funcionalidades son agregadas solo dentro de la discapacidad de agudeza visual ya que la W3C recomienda que el estudiante pueda trabajar con diferentes configuraciones para diferentes secciones de la página.

#### 4.1.4. OA con Accesibilidad para Visión del Color, Sensibilidad a la Luz y Sensibilidad al Contraste

En la Figura 4.6 se muestra una captura de un OA generado y desplegado en el SGA Moodle donde presenta un OA Accesible para las discapacidades: visión del color, sensibilidad a la luz y sensibilidad al contraste:

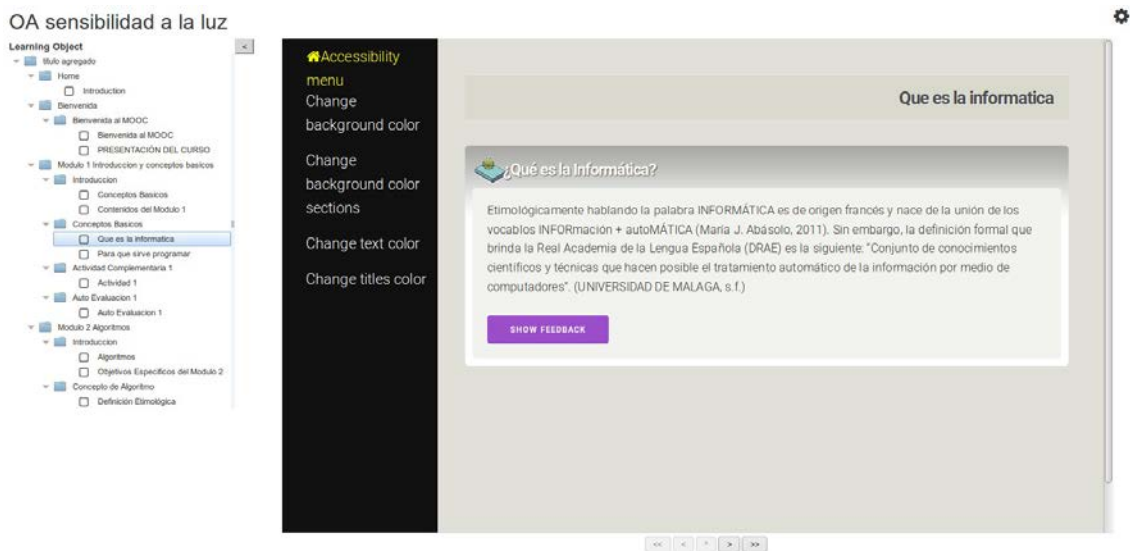


Figura 4.6: OA con accesibilidad para visión del color, sensibilidad a la luz y sensibilidad al contraste desplegado dentro del SGA moodle

En la Figura 4.7 se presenta el menú de accesibilidad para discapacidad agudeza visual:

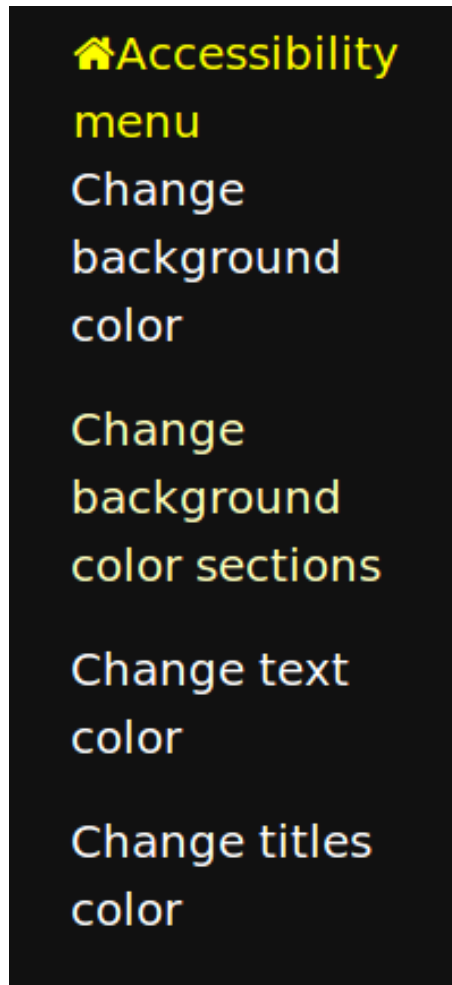


Figura 4.7: Menú de accesibilidad para visión del color, sensibilidad a la luz y sensibilidad al contraste

Cuando se elija cualquiera de las opciones que presenta el menú de accesibilidad se abrirá la ventana de elección de colores de la Figura 4.8:

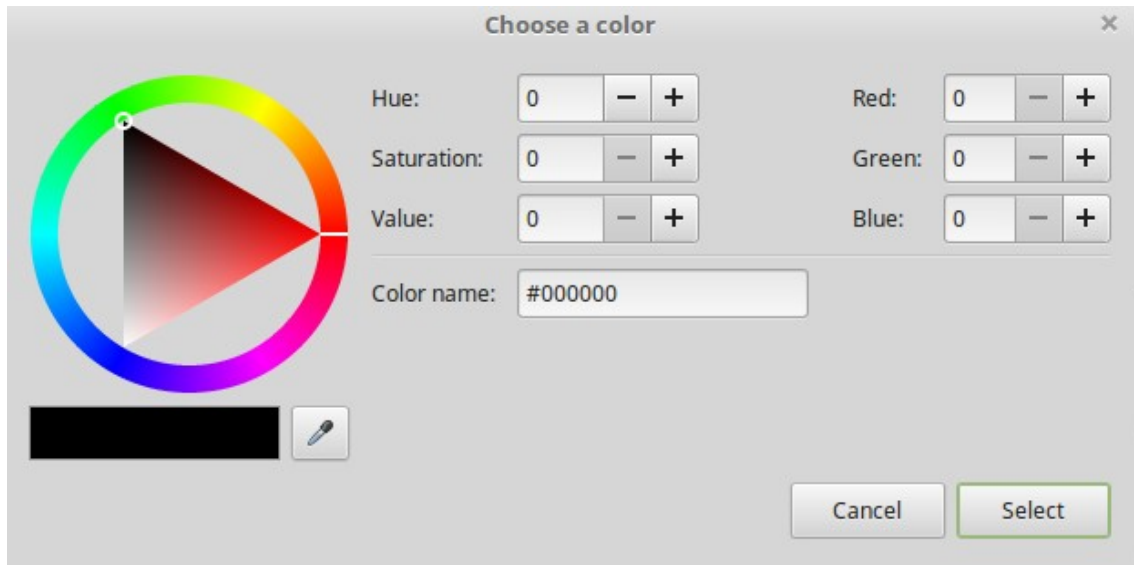


Figura 4.8: Paleta para selección de color

La ventana de la Figura 4.8 permite al estudiante tener la flexibilidad de elegir cualquier color dentro de todo el espectro de colores para su OA, así el estudiante podrá adaptar su OA con la combinación de colores que se adapte más a sus necesidades.





## Capítulo V

# CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones finales del trabajo realizado, así como las limitaciones que se tuvieron en el desarrollo y finalmente se proponen maneras de ampliar y continuar con la investigación a futuro.

### 5.1. Conclusiones

Con la inclusión de aspectos de accesibilidad dentro de los OAs, nos podemos asegurar que todos las personas con discapacidades sean incluidas y puedan aprovechar de las ventajas del aprendizaje en línea, ya que hoy en día existen gran cantidad de cursos gratuitos, y se percibe cierta tendencia de explotar la ventajas que tiene el aprendizaje en línea, ya que los estudiantes pueden completar los cursos en horarios que mas les sea conveniente además, de poder realizar todas las actividades desde su domicilio o desde cualquier lugar que se cuente con una conexión a internet.

En el desarrollo del editor de OAs de este trabajo de titulación se puede observar que el docente tendrá una gran ventaja de crear contenido para diferentes grupos de es-

tudiantes, sin tener que acoplar el contenido y crear el material varias veces, el editor permite adaptar el contenido a las necesidades de sus alumnos sin necesidad de crear varias veces el OA, así el docente podrá ahorrar tiempo en el diseño y enfocarse más en la calidad de los contenidos de su material educativo.

Como se menciona anteriormente el docente no tendrá que preocuparse de incorporar aspectos de accesibilidad en su material educativo, el editor desarrollado se encargará de incorporar toda la accesibilidad necesaria por el docente, haciendo de esta parte del diseño transparente para el docente.

Las páginas web que implementan los objetos de aprendizaje incluyen funcionalidades que les permite ajustar la forma en lo que los elementos son visualizados de acuerdo la discapacidad del estudiante. Por ejemplo, permitiéndoles cambiar el tamaño de texto, fuente, alineación, bordes, etc. La solución propuesta en este trabajo evita que los docentes deban conocer aspectos técnicos de como crear OA con accesibilidad (p.ej., los docentes no requieren conocer como se cambia el tamaño de texto en el lenguaje que se implemente la página web)

## **5.2. Limitaciones**

La herramienta Sirius aunque útil para realizar lo deseado en nuestro trabajo, hubo ciertos inconvenientes y limitaciones en su uso. Como inconveniente se tiene que no existe una buena documentación en línea, y la escasa documentación que existe es bastante vaga y poco clara. En cuanto a limitaciones, la herramienta en aspectos de implementación es bastante rígida, en cuanto a tamaños de los objetos gráficos que se

crean, funcionalidades, etc. Para solucionar ciertos inconvenientes se tuvo que recurrir a invocar funciones en java para hacer ciertas tareas y extender las funcionalidades de la herramienta.

Todos los iDevices que se implementan en el editor están basados en los iDevices existentes dentro de eXelearning, por este motivo ciertos iDevices como "página web externa.<sup>o</sup> artículo de Wikipedia", que utilizan recursos externos no llegan a ser accesibles, ya que inicialmente estos iDevices de eXelearning no están diseñados para incorporar accesibilidad, aunque se recalca que el resto de iDevices si se logra adaptar su funcionalidad para soportar accesibilidad.

Los OAs accesibles creados aunque estén basados en las recomendaciones de la W3C de accesibilidad para personas con discapacidad visual, no se pudo realizar las pruebas pertinentes y validaciones para comprobar si se cumple con todas las necesidades de los usuarios con discapacidades, ya que no se contó con un grupo de personas con las diferentes discapacidades visuales que se describen en el trabajo.

### **5.3. Trabajos Futuros**

En cuanto al desarrollo de OA, se plantea integrar a cabalidad todas las fases de la metodología DICREVOA ya que en este trabajo se realizó de una forma alternativa la fase de implementación y no se lo realizó como nos recomienda la metodología además, de omitir las fases de evaluación y publicación. Adicionalmente se plantea incluir en el análisis de necesidades de la fase de análisis el perfil del estudiante, para que así se pueda generar un OA mas personalizado que no solo considere la discapacidad del alumno sino su manera de aprendizaje.



Para mejorar la calidad de los OAs que genera el editor presentado en este trabajo se plantea realizar pruebas con grupos de trabajo con personas con discapacidad visual, y observar su nivel de satisfacción además, de recibir retroalimentación de inconvenientes que puedan encontrar con el OA generado.

En cuanto a la accesibilidad se plantea la integración de otros tipos de discapacidades tales como: auditivas, cognitivas, motoras, etc. Así se podrá integrar a más grupos de personas que tengan dificultades en utilizar el material digital que ofrecen los diferentes cursos en línea.

Como se mencionó anteriormente con los iDevices existentes existió problemas para integrar aspectos de accesibilidad en ciertos iDevices, por eso se plantea crear nuevos iDevices que desde un comienzo sean diseñados para soportar diferentes tipos de accesibilidad. Así se podrá mostrar el contenido de una mejor manera y extender la creatividad del docente para crear su contenido.



# ANEXOS

# ANEXOS A

## Extractos de la Transformación

### Modelo a Texto

En la siguiente sección se añade extractos de la transformación de modelo a texto. Dentro de acceleio se puede llamar a funciones de java para poder realizar tareas específicas, dentro de este caso se presenta en la Figura A1 como se realizó el copiado de ficheros genéricos al directorio donde se va a generar el OA accesible.

```
[comment copiado de recursos]
[file]recursos/info.txt', false)]
here there are all the .js and .css to run the LO
[/file]

[copyFileUsingChannel('/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/recursos/base.css',
'/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/generatedLO/recursos/base.css')/]

[copyFileUsingChannel('/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/recursos/common.js',
'/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/generatedLO/recursos/common.js')/]

[copyFileUsingChannel('/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/recursos/common_i18n.js',
'/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/generatedLO/recursos/common_i18n.js')/]

[copyFileUsingChannel('/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/recursos/exe_html5.js',
'/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/generatedLO/recursos/exe_html5.js')/]

[copyFileUsingChannel('/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/recursos/exe_jquery.js',
'/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/generatedLO/recursos/exe_jquery.js')/]

[copyFileUsingChannel('/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/recursos/exe_lightbox.css',
'/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/generatedLO/recursos/exe_lightbox.css')/]

[copyFileUsingChannel('/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/recursos/exe_lightbox.js',
'/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/generatedLO/recursos/exe_lightbox.js')/]

[copyFileUsingChannel('/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/recursos/mojomagnify.js',
'/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/generatedLO/recursos/mojomagnify.js')/]

[copyFileUsingChannel('/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/recursos/SCOFFunctions.js',
'/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/generatedLO/recursos/SCOFFunctions.js')/]

[copyFileUsingChannel('/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/recursos/SCORM_API_wrapper.js',
'/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/generatedLO/recursos/SCORM_API_wrapper.js')/]

[copyFileUsingChannel('/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/recursos/scrambled-list.css',
'/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/generatedLO/recursos/scrambled-list.css')/]

[copyFileUsingChannel('/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/recursos/scrambled-list.js',
'/home/boris/Desktop/workSpace/RuntimeIdevices/org.eclipse.acceleio.module.LOGeneration/src/generatedLO/recursos/scrambled-list.js')/]
```

Figura A1: Extracto de copiado de ficheros genéricos, invocando una consulta

Dentro de la Figura A2 se muestra extracto del código donde se evalúa para que tipo de discapacidad se va a generar el OA accesible.

```
[for (pha:Phase | aDicrevoa.phase) ]
[if (pha.ocIsTypeOf(Analysis))]
[for (need:Needs | pha.ocIsType(Analysis).needs)]
[if (need.ocIsTypeOf(Disability))]
[if (need.ocIsType(Disability).impairment.toString()='LightSensitivity' or need.ocIsType(Disability).impairment.toString()='FieldOfVision')]
<div id="mySidenav" class="sidenav">
  <a href="javascript:void(0)" class="closebtn"><i class="fa fa-home"></i>Accessibility menu</a>
  <a onclick="pickColor();">Change background color</a>
  <a onclick="pickColorIdev();">Change background color sections</a>
  <a onclick="pickColorText();">Change text color</a>
  <a onclick="pickColorTitle();">Change titles color </a>
</div>
<span style="font-size:30px;cursor:pointer" onclick="openNav()">&#9776; open</span>

[elseif (need.ocIsType(Disability).impairment.toString()='FieldOfVision')]
<div id="mySidenav" class="sidenav">
  <a href="javascript:void(0)" class="closebtn"><i class="fa fa-home"></i>Accessibility menu</a>
  <button class="dropdown-btn">Horizontal scrolling
    <i class="fa fa-caret-down"></i>
  </button>
  <div class="dropdown-container">
    <a role="button" id="enableHscrolling">Enable</a>
    <a role="button" id="disableHscrolling">Disable</a>
  </div>

  <button class="dropdown-btn">Change line length
    <i class="fa fa-caret-down"></i>
  </button>
  <div class="dropdown-container">
    <a role="button" id="increaseLineLength">Increase</a>
    <a role="button" id="decreaseLineLength">Decrease</a>
  </div>

  <button class="dropdown-btn">Hyphentation
    <i class="fa fa-caret-down"></i>
  </button>
  <div class="dropdown-container">
    <a role="button" id="hyphenNone">None</a>
    <a role="button" id="hyphenManual">Manual</a>
    <a role="button" id="hyphenAuto">Auto</a>
  </div>
</div>

[elseif (need.ocIsType(Disability).impairment.toString()='VisualAcuity')]
<style>
.negrita {
  font-weight: bold;
}

.cursiva {
  font-style: italic;
}
```

Figura A2: Extracto de agregación de menú de accesibilidad según la discapacidad

En la Figura A3 se presenta un extracto del código donde se genera el archivo ims-manifest para el OA accesible, dentro de la imagen se puede observar varias estructuras de control (p.ej., for e if) además, de ciertas estructuras que son parte del lenguaje de acceleo, que se utilizaron para recorrer la estructura del meta modelo y extraer la infor-

mación necesaria para crear el fichero imsmanifest.

```
[file ('imsmanifest.xml', false )]  
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>  
<!-- Generated by eXe - http://exelearning.net -->  
<manifest identifier="eXenewPackage5c40b0582463e716061e"  
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"  
  xmlns:adlcp="http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_vlp3"  
  xmlns:adlseq="http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_vlp3"  
  xmlns:adlnav="http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_vlp3"  
  xmlns:imsss="http://www.imsglobal.org/xsd/imsss"  
  xmlns:lom="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"  
  xmlns:lomes="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"  
  xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_vlp1"  
  xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_vlp1 imscp_vlp1.xsd http://ltsc.ieee.org/xsd/imsdtd1p2  
<metadata>  
  <schema>ADL SCORM</schema>  
  <schemaversion>2004 3rd Edition</schemaversion>  
  <adlcp:location>imslrm.xml</adlcp:location>  
</metadata>  
<organizations default="tesisDicrevoa5c40b0582463e71606a">  
  <organization identifier="tesisDicrevoa5c40b0582463e71606a" structure="hierarchical">  
    <title>Learning Object</title>  
    <item identifier="ITEM-tesisDicrevoa5c40b0582463e71606b" isVisible="true">  
      [for( ph:Phase | aDicrevoa.phase )]  
      [if(ph.ocIsTypeOf(Analysis))]  
      <item identifier="ITEM-tesisDicrevoa5c40b0582463e71611in1" isVisible="true">  
        <title>Home</title>  
      <item identifier="ITEM-tesisDicrevoa5c40b0582463e71611in11" isVisible="true" identifierref="RES-tesisDicrevoa5c40b0582463e71611in11">  
        <title>Introduction</title>  
      </item>  
      <imsss:sequencing>  
        <imsss:controlMode choice="true" choiceExit="true" flow="true" forwardOnly="false"/>  
      </imsss:sequencing></item>  
    [elseif (ph.ocIsTypeOf(Design))]  
    [for(dType: Design | ph.ocAsType(Design).design )]  
    [if(dType.ocIsTypeOf(Instructional))]  
    [for(loStruc: L0structure | dType.L0structure)]  
    [if(loStruc.ocIsTypeOf(Elements))]  
    <title>[loStruc.ocAsType(Elements).moduleTitle/]</title>  
    [for(mod:Elements | loStruc.ocAsType(Elements).elements)]  
    [if(mod.ocIsTypeOf(Content))]  
    [let modId: Integer=i]  
    [comment identifier cambiado /]  
    <item identifier="ITEM-tesisDicrevoa5c40b0582463e716a6[modId/]" isVisible="true">  
      <title>[mod.ocAsType(Content).moduleTitle/]</title>  
      [for(el:Elements | mod.elements)]  
      [if(el.ocIsTypeOf(Content))]  
      [let contId :Integer=i]  
      <item identifier="ITEM-tesisDicrevoa5c40b0582463e716[modId/][contId/][contId/]" isVisible="true">  
        <title>[el.ocAsType(Content).moduleTitle/]</title>  
        [for(p:Page|el.ocAsType(Content).page)]  
        <item identifier="ITEM-tesisDicrevoa5c40b0582463e716[modId/][contId/][i/]" isVisible="true" identifierref="ITEM-tesisDicrevoa5c40b0582463e716[modId/][contId/][i/]">  
          <title>[p.pageTitle/]</title>
```

Figura A3: Extracto de generación de imsmanifest.xml





## **ANEXOS B**

### **Artículo Aceptado en ICAT 2019**

# REFERENCIAS

- [1] ALLAN, J., KIRKPATRICK, A., AND HENRY, S. L. Accessibility requirements for people with low vision, 2016.
- [2] ALLAN, J., KIRKPATRICK, A., AND HENRY, S. L. Accessibility requirements for people with low vision, 2016.
- [3] ALZAGHOUL, A., AND TOVAR, E. A proposed framework for an adaptive learning of massive open online courses (moocs), 2016.
- [4] ARRIGO, M. E-learning accessibility for blind students, 2005.
- [5] AWARENESS, C. B. Colour blindness, 2019.
- [6] BELAUNDE, M., BURT, C., CASANAVE, C., CUMMINS, F., DSOUZA, D., DUDDY, K., KAIM, W. E., KENNEDY, A., FRANK, W., FRANKEL, D., HAUCH, R., HENDRYX, S., HETTINGER, M., HUBERT, R., HYBERTSON, D., IYENGAR, S., JOURDAN, J., KOCH, T., KUROKAWA, T., MALLIA, A., MELLOR, S., MILLER, J., MISCHKINSKY, J., MUKERJI, J., MULLINS, C., OYA, M., RIOUX, L., RIVETT, P., SEIDEWITZ, E., SELIC, B., SIEGEL, J., SIMS, O., SMITH, D., SOLEY, R., TANAKA, A., TYNDALE-BISCOE, S., UHL, A., WATSON, A., WEISEAND, D., AND WOOD, B. Mda guide version 1.0, object management group., 2003.



- [7] CASTRO, V. Calidad en objetos de aprendizaj, 2008.
- [8] CHURCHILL, D. Learning objects: an interactive representation and a mediating tool in a learning activity, 2005.
- [9] CHURCHILL, D. Towards a useful classification of learning objects, 2006.
- [10] CLARK, J., AND BELLAMY, A. Internet utilization by persons with disabilities, 1999.
- [11] CLIFFORD, R. Adding a pedagogical dimension to scorm, 2002.
- [12] COCHRANE, T. Interactive quicktime: Developing and evaluating multimedia learning objects to enhance both face to face and distance e-learning environments, 2005.
- [13] COMMISSION, M. Moocs for norway -new digital learning methods in higher education, 2014.
- [14] CROW, K. Four types of disabilities: Their impact on online learning, 2008.
- [15] CUBERO, S. Elaboración de contenidoscon exelearning, 2008.
- [16] DE FÁTIMA C. DE SOUZA, M., AND ANDRADE, J. D. R. A task–technology fit view of learning management system impact, 2009.
- [17] DE LA SALUD, O. M. O., AND DE LA SALUD, P. *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud Versión abreviada*. Grafo, S.A., 2001.
- [18] ECLIPSE, F. Acceleo overview, 2019.
- [19] ECLIPSE, F. Sirius overview, 2019.



- [20] FOUNDATION, E. Acceleo, 2020.
- [21] FOUNDATION, E. Sirius: The easiest way to get your own modeling tool, 2020.
- [22] FRICKE, T., TAHHAN, N., RESNIKOFF, S., PAPAS, E., BURNETT, A., SUIT, M., NADUVILATH, T., AND NAIDOO, K. Global prevalence of presbyopia and vision impairment from uncorrected presbyopia: Systematic review, meta-analysis, and modelling, ophthalmology, 2018.
- [23] HURWITZ, J., R., B., M., K., AND F., H. Service oriented architecture for dummies., 2009.
- [24] IEEE. Learning object metadata., 2001.
- [25] JANSEN, D., AND SCHUWER, R. Institutional mooc strategies in europe, 2014.
- [26] KELLY, B., PHIPPS, L., AND SWIFT, E. Developing a holistic approach for e-learning accessibility, 2004.
- [27] KINASH, S., CRICHTON, S., AND KIM-RUPNOW, W. S. A review of 2000-2003 literature at the intersection of online learning and disability, 2004.
- [28] LEARNING COMPETENCY CENTER, E. Explanation on learning objects, 2003.
- [29] L'ALLIER, J. Netg's precision skilling: the linking of occupational skills descriptors to training interventions., 1998.
- [30] MALDONADO, J., BERMEO, J., AND VÉLEZ, F. *Diseño, Creacion y Evaluacion de Objetos de Aprendizaje*. CEDIA, Calle La Condamine 12-109, Casa Rivera, 2017.
- [31] MCGREAL, R. Learning objects: A practical definition, 2004.

- [32] MERAYO, P. Qué es exelearning y para qué sirve, 2018.
- [33] MERRILL, M. D. Knowledge objects and mental models, 2000.
- [34] MESTRE, L., BAURES, L., NIEDBALA, M., BISHOP, C., CANTRELL, S., PEREZ, A., AND SILFEN, K. Learning objects as tools for teaching information literacy online: A survey of librarian usage, 2011.
- [35] NET., U. International standards for hci and usability., 2007.
- [36] OMS. Discapacidad y salud, 2019.
- [37] PACIELLO, M. Web accessibility for people with disabilities, 2000.
- [38] PARA LA IGUALDAD DE DISCAPACIDADES, C. N. Estadísticas de discapacidad, 2019.
- [39] PETRIE, H., SAVVA, A., AND POWER, C. Towards a unified definition of web accessibility, 2015.
- [40] RRA, B., SR, F., T, B., MV, C., A, D., JB, J., AND ET AL. Vision loss expert group. magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis, 2017.
- [41] SANCHEZ-GORDON, S., AND LUJÁN-MORA, S. Web accessibility of moocs for elderly students, 2013.
- [42] SANCHEZ-GORDON, S., AND LUJÁN-MORA, S. Adaptive content presentation extension for open edx, 2015.
- [43] SOFTWARE, R. Scorm explained 201: A deeper dive into scorm, 2019.



- [44] SOLUTIONS, J. Scorm content packages, 2017.
- [45] SOLUTIONS, J. Scorm manifest files, 2017.
- [46] SOSTERIC, M., AND HESEMEIER, S. When is a learning object not an object: A first step towards a theory of learning objects, 2002.
- [47] SOUZA, M., DECASTRO, J., AND ANDRADE, R. Model-driven development in the production of customizable learning objects, 2010.
- [48] WAI, W. A. I. Web content accessibility guidelines (wcag) overview, 2018.
- [49] WAI, W. A. I. W3c accessibility standards overview, 2019.
- [50] WAITS, T., AND LEWIS, L. Distance education at degree-granting postsecondary institutions: 2000–2001, 2003.
- [51] WILEY, D. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy, 2000.
- [52] WILEY, D., AND EDWARDS, E. Online self-organizing social systems: The decentralized future of online learning, 2002.
- [53] ZÚÑIGA, M. Reconfiguración dinámica e incremental de arquitecturas de servicios cloud dirigida por modelos, 2017.